

1 Introducción

Acerca de Vensim

Vensim es una herramienta gráfica de creación de modelos de simulación que permite conceptualizar, documentar, simular, analizar y optimizar modelos de Dinámica de Sistemas. Vensim proporciona una forma simple y flexible de crear modelos de simulación, sean con diagramas causales o con diagramas de flujos.

Las relaciones entre los elementos del sistema representan las relaciones causales, que se muestran mediante la conexión de palabras con flechas. Esta información se usa después por el Editor de Ecuaciones para crear el modelo de simulación. Se puede analizar el modelo en el proceso de construcción teniendo en cuenta las causas y el uso de las variables, y también estudiando los ciclos relacionados con una variable. Mientras que se construye un modelo que puede ser simulado, Vensim permite explorar el comportamiento del modelo.

Copyright © 1998-2007 Ventana Systems, Inc.
Traducido al español con autorización
Copyright de la traducción (c) 2007 Juan Martin Garcia

Causal Tracing, Reality Check, Vensim and Ventana
son marcas registradas de Ventana Systems, Inc.

Sobre esta Guía del Usuario

Esta Guía del Usuario muestra las características fundamentales del software de simulación Vensim a través de algunos ejemplos en los cuales se puede examinar los modelos existentes y construir sus propios diagramas causales, diagramas de flujo y modelos de simulación. Las características avanzadas de Vensim, como son los análisis de sensibilidad, los subíndices y la optimización, se muestran usando modelos de simulación ya existentes para facilitar el aprendizaje. Todos los modelos de esta guía (con la excepción de aquellos en los Capítulos 3, 14 y 18) se muestran con su estructura y las ecuaciones que se necesitan para que pueda hacer los modelos usted mismo.

Esta Guía es común a todas las configuraciones de Vensim. En los casos en que determinada prestación no está disponible en una configuración, se indica así en el texto. Esta presentación es tan clara como es posible. La tabla siguiente muestra qué capítulos se refieren a cada una de las configuraciones:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
PLE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓			✓
PLE Plus	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
Standard	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
Professional	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
DSS	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Para los nuevos usuarios de Vensim, esta Guía esta diseñada para ser leída y estudiada con orden desde el inicio hasta el final. Para los usuarios más experimentados de Vensim son recomendables los Capítulos 3, 7 y especialmente el 13 ya que describen prestaciones que se han modificado en esta versión.

Cómo está organizada la guía

Esta guía está dividida en tres partes. Los primeros tres capítulos están destinados a introducir al lector en el uso del software. Los capítulos del 4 hasta el 10 exponen la mecánica de construcción de modelos con Vensim: como dibujar diagramas, añadir las ecuaciones, simular y analizar modelos y mostrar las salidas. Los capítulos 11 hasta el 18, muestran algunas de las opciones avanzadas de Vensim usando ejemplos de modelos existentes (que también pueden construirse).

Capítulo 1 Proporciona un resumen de los contenidos de esta Guía y de Vensim incluyendo las instrucciones para la instalación de Vensim.

Capítulo 2 Expone la Interfaz del Usuario de Vensim. Este capítulo proporciona un resumen de las prestaciones de Vensim, junto con información sobre las herramientas de esquema, de análisis y de control de las pantallas.

Capítulo 3 Proporciona una experiencia práctica simulando y analizando un modelo ya existente.

Capítulo 4 Introduce al usuario en la construcción y uso de diagramas causales. También describe un análisis estructural de los diagramas usando las herramientas de análisis.

Capítulo 5 Cubre la construcción de diagramas de flujos (niveles y flujos).

Capítulo 6 Comenta la construcción de un modelo de simulación del crecimiento de una población. Este ejercicio ayuda a comprender la mecánica de la construcción, simulación y análisis de modelos con Vensim.

Capítulo 7 Muestra la inclusión de funciones en modelos y también muestra como detectar y corregir los errores que ocurren durante la simulación.

Capítulo 8 Describe como crear y usar Funciones Gráficas (Lookups). Estas funciones relacionan una entrada con una salida mediante el dibujo de una relación entre ellos. También se suelen llamar Lookup Tables y algunas veces solo Tablas.

Capítulo 9 Desarrolla un modelo con múltiples pantallas, permitiendo partir el modelo en diferentes sectores.

Capítulo 10 Muestra como realizar gráficos de salida a medida, desde la Herramienta de Análisis. También se describen los editores de Gráficos y Tablas a medida, con los cuales se pueden crear estos gráficos y tablas a medida, para múltiples variables

Capítulo 11 Muestra como usar modelos como juegos, o "simuladores de vuelo", en los cuales se puede ir paso a paso en el tiempo mientras se toman decisiones en cada etapa. Los usuarios de Vensim PLE pueden omitir este capítulo.

Capítulo 12 Presenta como hacer uso de los Controles de Entrada Salida y de las Conexiones de Navegación para hacer al modelo más fácil de usar.

Capítulo 13 Presenta SyntheSim y muestra como puede usarse para analizar y comprender los modelos. La prestación de SyntheSim es nueva en Vensim 5.

Capítulo 14 Muestra las Comparaciones con la Realidad (Reality Check) en Vensim que permite construir pruebas de validación para el modelo.

Capítulo 15 Proporciona un ejemplo del análisis de sensibilidad de Montecarlo. Se definen los parámetros con valores de incertidumbre y luego se ejecuta el análisis de sensibilidad para determinar las incertidumbres de una variable en particular a lo largo del período de simulación. Los usuarios de Vensim PLE pueden omitir este capítulo.

Capítulo 16 Describe como importar datos en los modelos. Las variables de datos definen como acceder a series temporales exógenas y controlan el comportamiento del modelo.

Este capítulo comenta la importación de datos desde archivos de texto y desde hojas de cálculo. Los usuarios de Vensim PLE pueden omitirlo.

Capítulo 17 Introduce los modelos con subíndice (variables con subíndices en un modelo) y proporciona tanto ejemplos simples como complejos. Este capítulo es aplicable solo a Vensim Professional y DSS.

Capítulo 18 Cubre dos tipos de optimización de los modelos. El primer tipo es una calibración de las constantes mientras adecua las salidas del modelo a una serie externa de datos. La segunda es la optimización de la política, identificando los mejores parámetros del modelo para maximizar o minimizar el resultado de las variables. Este Capítulo es aplicable solo a Vensim Professional y DSS.

Capítulo 19 Proporciona algunas indicaciones y sugerencias para que el modelo sea disponible a otras personas que usen el Lector de Modelos de Vensim y otras configuraciones de Vensim.

El **Apéndice** proporciona información sobre recursos disponibles para aprender más sobre la construcción y el uso de modelos dinámicos.

Finalmente, **Soporte y Licencias**, proporciona información de como obtener soporte y formación en Vensim, así como copias de las licencias.

Normas de estilo

Para diferenciar entre los distintos elementos de Vensim, en esta guía y en el resto de la documentación se siguen algunas convenciones de estilo:

1. Los nombres de archivos guardados en el disco y sus extensiones se muestran en *cursiva* (p.ej. *project.mdl*). Los nombres de las simulaciones (datasets) se muestran en *cursiva* sin la extensión *.vdf* (p.ej. *baserun*).
2. Los nombres de variables y ecuaciones de un modelo están escritos con la fuente *Cursiva Courier* (p.ej., *Population*).
3. Los nombres de los elementos que son controles, iconos, herramientas, barras de herramientas y nombres en las cajas de diálogo comienzan con mayúsculas (p.ej., Panel de control) y en general están en **negrita** si el objeto se refiere a un objeto de Vensim que se seleccionará o actuará sobre él (p.ej., presione el icono de **Simulación**).
4. Para las acciones que deben realizarse se usa un guión simple, por ejemplo:
 - Pulse en el icono de **Open Model** y elija el modelo *wfinv.mdl*.

Acerca de los directorios

Todos los modelos incluidos en este manual están disponibles en el subdirectorio *guide* del directorio en el cual instaló los modelos de ejemplo. Habitualmente es el directorio *c:\Archivos de Software \Vensim\models*. En los equipos Macintosh se hallan en la carpeta *Models* de la carpeta *Vensim* de su disco duro. Sin embargo puede instalar Vensim y los modelos en cualquier directorio que elija y por eso se asigna el nombre el directorio comenzando el camino con *guide* como en *guide\chap07\complete*. En los Macintosh esto significa hacerlo dentro de la carpeta *complete*, en la carpeta de *chap07*, de la carpeta de *guide*.

Cuando trabaje con sus propios modelos, es recomendable que los guarde en algún directorio específico que no sea un subdirectorio de Vensim. Para los propósitos de esta guía, es conveniente guardar su trabajo en un subdirectorio del directorio *Guide o Guia*.

Acerca de las pantallas

Hay alguna diferencia entre la apariencia de Vensim PLE, PLE Plus, Standard, Professional y DSS, y es posible que haya cambios en los conjuntos de herramientas (Toolsets). Muchas de las imágenes de pantallas en esta Guía han sido tomadas usando Vensim DSS y las herramientas (Toolsets) por omisión. No es un problema si observa alguna pantalla con un aspecto diferente en su versión de Vensim.

Acerca del ratón

Los equipos Windows tienen un ratón con botón izquierdo y derecho, pero los equipos Macintosh tienen solo un botón en el ratón. Vensim usa el botón izquierdo y el derecho en los PCs como se describe a continuación. Los usuarios Macintosh necesitarán su botón del ratón y la tecla Ctrl o la tecla Apple (para los botones derechos) como se describe.

Botón izquierdo

El botón izquierdo se usa para realizar casi todas las operaciones en Vensim, como elegir un menú, pulsar en un icono, arrastrar gráficos u objetos en la pantalla. Cuando en esta guía se requiere que pulse sin mencionar derecho o izquierdo, pulse con el botón izquierdo. Los usuarios Macintosh deben de pulsar en el único icono.

Botón derecho

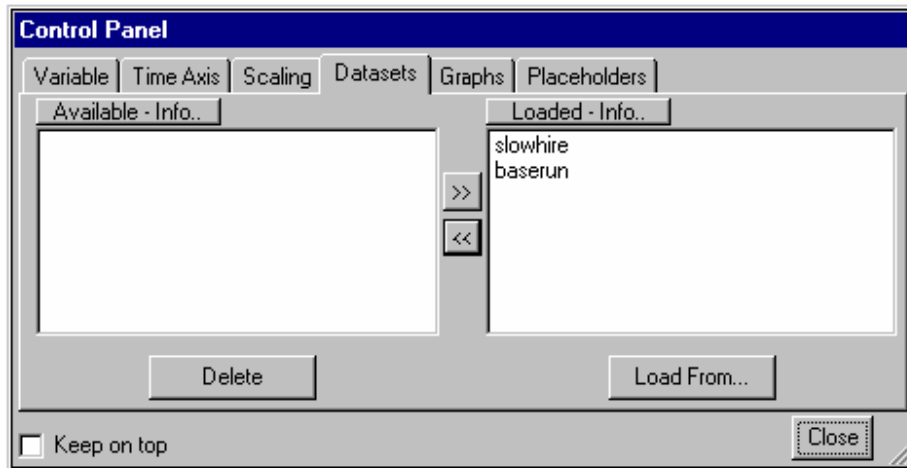
El botón derecho se usa para definir opciones para las Herramientas de Esquema, las Herramientas de Análisis, los Objetos del Esquema, y también para posicionar el cursor y hacer zoom. Cuando se indica que pulse con el botón derecho, pulse con el botón derecho del PC. Los usuarios Macintosh deberán pulsar el botón del ratón mientras mantienen apretada la tecla Ctrl o la tecla Apple (Ctrl + Intro). Para desplazar una pantalla pulse con el botón derecho o desplace hacia abajo la tecla Ctrl y arrastre con el botón izquierdo el ratón. Para hacer un zoom pulse el botón derecho mientras mantenga pulsada la tecla Shift.

Rueda del ratón

En los equipos que disponen de rueda en el ratón puede usarla para desplazar el contenido de la ventana hacia arriba y abajo. Para conseguir un desplazamiento horizontal pulse la tecla shift y desplace la tecla del ratón. Pulsando la tecla de control puede conseguir el efecto de zoom de la pantalla.

Acerca de las cajas de diálogo con iconos

Existen cajas de diálogo comunes para el Windows 95 y versiones posteriores. Estas cajas de dialogo simplifican los controles separando la información en diferentes carpetas con etiquetas. Puede cambiar entre carpetas pulsando en la correspondiente etiqueta. Ejemplos de estas cajas de diálogo son las de Control de la Simulación, el Editor de Ecuaciones y el Panel de control (mostrado a continuación):



En esta imagen, se ha pulsado el icono **Datasets (Simulación)** y la pantalla muestra las dos simulaciones existentes. Las **Variable**, **Time Axis**, **Scaling** y otros controles se pueden seleccionar pulsando en el icono deseado.

Instalar Vensim

Para instalar el software Vensim es necesario disponer del programa de instalación. Puede obtener el software de instalación en un CD o desde la página web <http://www.vensim.com>.

El CD de Vensim

El CD de Vensim contiene los softwares de instalación para todas las configuraciones de Vensim tanto para Windows como para Macintosh. La etiqueta del CD indica el número de la versión. Aunque el CD contiene todos los softwares de instalación para todas las configuraciones, sólo se puede instalar la configuración para la que tiene un código de registro como el descrito más adelante.

Descargando Vensim

Puede descargar Vensim de nuestra página web <http://www.vensim.com>. La compra de la licencia de Vensim incluye un año de actualizaciones electrónicas libres, después de este plazo necesitará pagar una cuota de mantenimiento para recibir las actualizaciones. Puede verificar en nuestra página web qué versiones están disponibles. En la barra de menú Help > Newer Released indica también si existe una versión más reciente. El enlace directo para descargar Vensim es <http://www.vensim.com/cgi-bin/download.exe>. Cuando entra esta dirección le piden que entre su código de registro (vea más adelante). El código de registro identifica el producto que usted tiene y también la fecha hasta la cual tiene mantenimiento.

Una vez que entre su código de registro podrá escoger entre las versiones de Vensim disponibles para usted. Debe escoger la versión más reciente disponible, excepto si desea una versión específica.

Para descargar la version Vensim PLE para su uso educativo vaya a la web <http://www.vensim.com/freedownload.html>.

Windows: El programa de instalación de Windows está dividido en varios archivos relativamente pequeños. El primero de estos archivos tiene un nombre que depende del producto (por ejemplo, *vendss32.exe* para Vensim DSS). Los archivos restantes se etiquetan *disk2.vip*, *disk3.vip* y así sucesivamente. En el proceso de descarga del programa asegúrese de guardar todos los archivos en el mismo directorio en su equipo y es muy importante no cambiar los nombres de ningún archivo, excepto el primero. Los contenidos de los diferentes archivos están claramente identificados en la página de descarga. El primer disco contiene el software propiamente dicho, *disk2.vip* contiene los modelos de ejemplo y *disk3.vip* hasta *disk6.vip* tienen la documentación electrónica. Vensim DSS tiene un *disk7.vip* adicional que contiene los Vensim DLL y los archivos de apoyo.

Si sólo desea instalar la versión actualizada del software, puede descargar simplemente el primer archivo.

NOTA no intente abrir los archivos.vip. Se usan durante el proceso de instalación pero no pueden abrirse individualmente. Aunque sólo quiera instalar los contenidos de uno de ellos, necesitará el primer archivo (.exe).

Macintosh: Hay un programa de instalación independiente para el software y los modelos de ejemplo en un Macintosh. El programa de instalación del software es específico a la configuración del producto mientras que los otros son comunes.

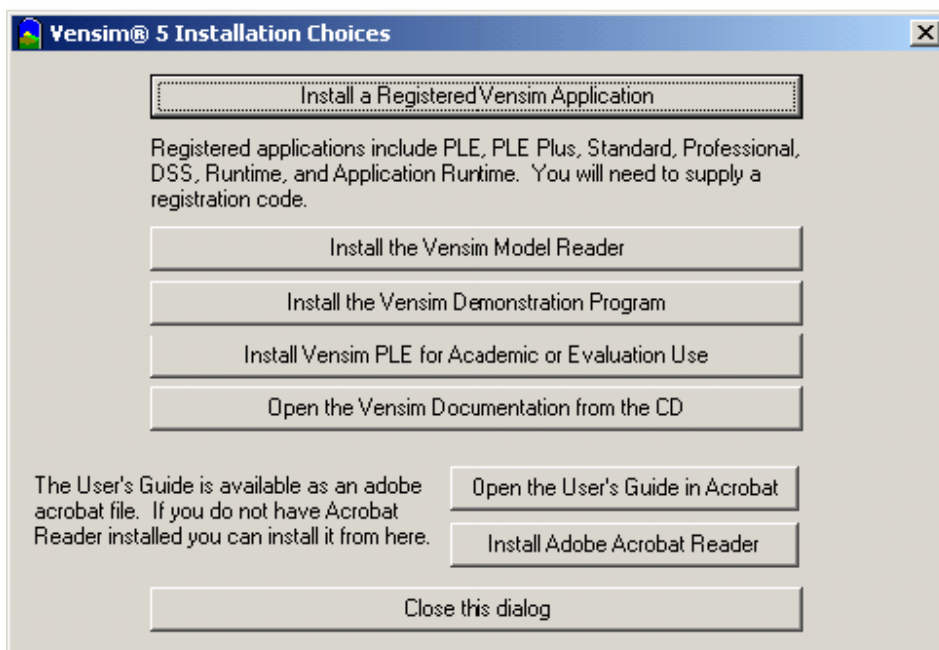
Los ficheros de instalación de Macintosh son hexadecimales y necesitan ser convertidos a programas en formato Macintosh. Esto lo puede hacer automáticamente su equipo, si no es así existe un conjunto de utilidades que hacen esta conversión.

Ficheros de ayuda online: Los ficheros de ayuda están disponibles como ficheros .htm en el CD de Vensim. Puede instalar estos ficheros a su disco duro si lo desea. Para acceder a ellos abra el buscador y luego abra el fichero vensim.htm. También puede consultar los ficheros de ayuda online en: <http://www.vensim.com/documentation/vensim.htm>

Ejecutar el programa de instalación

Desde CD

Si tiene el CD sólo ha de insertarlo en su equipo. Con Windows, el diálogo de Opciones de Instalación se debe de abrir automáticamente:



Si este diálogo no se abre pulse dos veces en el archivo del software *setup.exe* contenido en el CD.

En el Diálogo de Opciones de Instalación seleccione el software que quiere instalar. Si tiene un código de registro, pulse en **Install a Registered Vensim Application (Instale una Aplicación de Vensim Registrada)** y entonces entre el Código de Registro para empezar la instalación.

En equipos Macintosh simplemente abra la carpeta de CD y busque el nombre del programa de instalación que prefiera. Primero debe instalar el software, luego los modelos y por último el archivo de ayuda.

Desde la descarga

Cuando haya descargado el software de instalación Vensim pulse dos veces en el primer archivo (por ejemplo, *vendss32.exe* para Vensim DSS) descargado. Este archivo estará en el directorio que eligió cuando su navegador de internet le preguntó dónde guardarlo. (Es importante recordar donde se ha guardado).

Si utiliza un equipo Macintosh y los archivos bajados todavía son hexadecimales (.hqx) necesitará convertirlos a una aplicación. Dispone de varias utilidades posibles que hacen esta conversión.

Licencia de uso

Antes de instalar Vensim ha de aceptar las condiciones de la licencia. Este acuerdo de licencia está repetido al final del manual. Si acepta las condiciones del acuerdo de licencia, indíquelo y continúe la instalación. Si no acepta las condiciones del acuerdo de licencia, puede devolver el software para que le devuelvan el importe que ha pagado por la licencia.

Código de Registro

Vensim DSS, Professional, Standard, PLE Plus y PLE para uso comercial requieren un Código de Registro. Vensim PLE para uso educativo o para evaluación no requiere un Código de Registro. Si no tiene un Código de Registro necesitará instalar Vensim PLE para uso educativo o para evaluación. En los equipos Macintosh puede usar el Código de Registro EDU para el uso educativo y EVAL para evaluación al instalar Vensim PLE. En Windows el software de instalación tiene iconos para estas opciones.

El Código de Registro es una serie de letras, dígitos y guiones. Si ha comprado su licencia online o eligió recibir su licencia electrónicamente, se le enviará su Código de Registro por medio de un correo electrónico. Si no es así, lo hallará impreso en un certificado de licencia o en una etiqueta colocada en la parte posterior de la funda del CD. En cualquier caso observará algo similar a:

Registration Code: ABCDE-FGHIJ-KLMNO-PRQS
Company: Ventana Systems, Inc.
Product: DSS
Serial#: 0

Entre el Código de Registro como aparece en el texto. No es sensible a mayúsculas o minúsculas y puede sustituir los guiones por espacios en blanco. El nombre de su empresa debe ser igual al nombre de la empresa que se indica a continuación de su propio Código de Registro (de nuevo no es sensible a mayúsculas o minúsculas). Si ha recibido el código por correo electrónico es más fácil copiarlo del correo electrónico y pegarlo. Si comete un error entrando el código se le pedirá que revise el código que entró. Revíselo para estar seguro que es idéntico al que ha recibido.

Si el nombre de su empresa es incorrecto, por favor avísenos.

NOTA Si está instalando Vensim PLE en un equipo Macintosh necesitará indicar el Código de Registro **EDU** para uso educativo y **EVAL** para propósitos de evaluación. En Windows estas opciones se identifican con iconos.

Directorio de instalación

Se puede escoger el directorio o carpeta en que prefiera instalar Vensim. En Windows está predefinido el directorio de archivos de software (normalmente el *c:\ Archivos de Software\Vensim*) En Macintosh se creará una carpeta *Vensim* en el disco duro. Sin embargo, puede escoger instalar Vensim en cualquier otro lugar que se desee. Cuando nos referimos a directorios en este Manual, se trata de los subdirectorios del directorio en que se ha instalado Vensim.

Otras configuraciones de Vensim

Vensim Standard, Professional y DSS se instalan como un programa que tiene el nombre *vensim.exe*. Si actualiza la versión de Vensim Standard a Vensim Profesional, la instalación reemplazará Vensim Standard. Vensim PLE y PLE Plus, y se instalan con nombres diferentes. Vensim PLE se instala como *venple.exe* (*Vensim PLE* en Macintosh) y Vensim PLE Plus como *venplep.exe* (*Vensim PLE Plus* en Macintosh). Por ello, puede instalar Vensim PLE o PLE Plus y otra configuración de Vensim en el mismo directorio sin ningún problema. Los archivos de ayuda instalados para todas las configuraciones son idénticos, aunque algunas configuraciones instalan archivos adicionales no requeridos por otras configuraciones. Vensim también guarda una cantidad limitada de configuración en los archivos *vensim.ini* (Standard, Professional y DSS), *venple.ini* (PLE) y *venplep.ini* (PLE Plus).

En resumen, no causa ningún problema instalar Vensim PLE en el mismo directorio de una configuración de Vensim anterior.

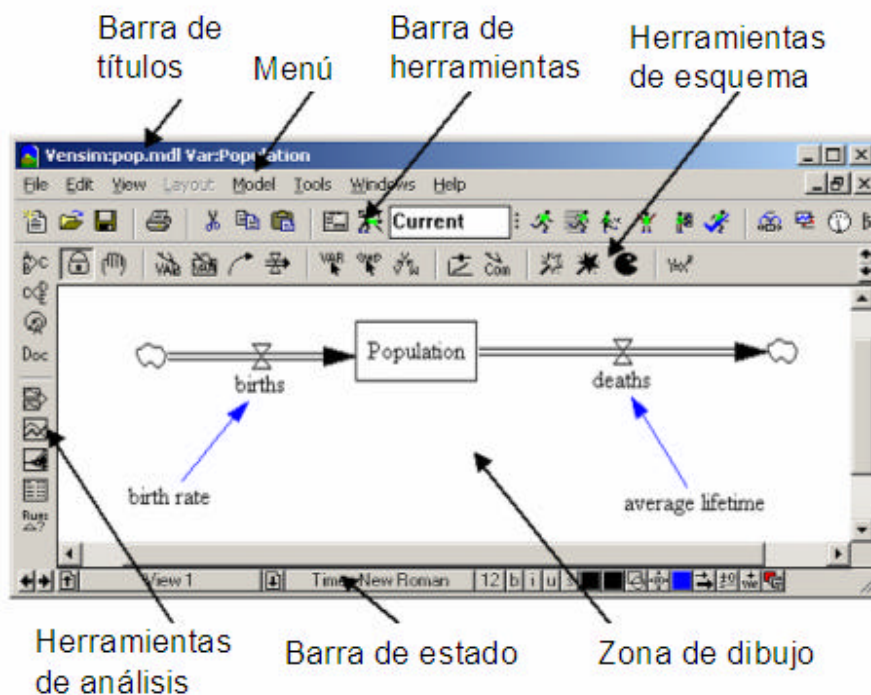
Otros recursos

Vensim tiene varios recursos de ayuda a su disposición. La tarjeta de referencia indica los nombres y funciones de los iconos disponibles en la ventana principal de Vensim. Esta Guía del Usuario se complementa con la *Guía de Creación de modelos (Modeling Guide)* y el *Manual de Referencia (Reference Manual)*. La *Guía de Creación de modelos (Modeling Guide)* describe el desarrollo de algunos modelos dinámicos y muestra técnicas avanzadas de creación de modelos. El *Manual de Referencia (Reference Manual)* proporciona una explicación detallada de todas las prestaciones y funciones de Vensim. Existe una *Referencia Suplementaria de Vensim DSS (Vensim DSS Reference Supplement)* que documenta las prestaciones específicas del *Vensim DSS*. Todos estos manuales están disponibles como ayuda online lo que facilita la búsqueda en temas concretos.

2 Herramientas de usuario de Vensim

Principales características

Vensim usa una presentación con un área de trabajo y un juego de herramientas. La ventana principal de Vensim es el Área de Trabajo, e incluye la Barra de Títulos, el Menú, la Barra de Herramientas y las Herramientas del Análisis. Cuando Vensim tiene un modelo abierto (como se muestra a continuación), también aparecen las Herramientas de esquema y la Barra de estado.



Copyright © 1998-2007 Ventana Systems, Inc.
Traducido al español con autorización
Copyright de la traducción (c) 2007 Juan Martin Garcia

Causal Tracing, Reality Check, Vensim and Ventana
son marcas registradas de Ventana Systems, Inc.

Barra de títulos

La Barra de títulos contiene dos elementos importantes: el modelo que está abierto (por ejemplo, *Sales.mdl*) y la Variable la Barra de Trabajo que está seleccionada (por ejemplo, *sales force productivity* (*productividad de la fuerza de ventas*)).



La Variable la Barra de Trabajo es una variable cualquiera en el modelo que ha sido seleccionada y de la que quiere más información, como puede ser la evolución temporal de la variable. La Variable la Barra de Trabajo se selecciona pulsando en una variable o usando el Control de Selección de Variable en el Panel de control (hablaremos del Panel de control más adelante en este capítulo).

Menú

Pueden realizarse muchas funciones desde la barra del menú.



File Edit View Layout Model Tools Windows Help

- La opción **File (Archivo)** contiene las funciones más comunes como Open Model (Abrir Modelo), Save (Guardar), Print (Imprimir), etc.
- La opción **Edit (Edición)** permite copiar y pegar las partes seleccionadas de su modelo. También permite buscar una variable en el modelo.
- La opción **View (Ver)** permite modificar el esquema del modelo y observar el modelo como sólo-texto (disponible sólo en Vensim Profesional y DSS).
- La opción **Layout (Diseño)** permite modificar la posición y el tamaño de los elementos en el esquema.
- La opción **Model (Modelo)** proporciona el acceso al Control de la Simulación y a los menús de Períodos de Tiempo, las características de validación del modelo y la importación y exportación de las Simulaciones.
- La opción **Tools (Herramientas)** incluye las opciones globales de Vensim y permite modificar las Herramienta de Análisis y la Herramienta de Esquema, así como fijar las opciones globales. En Vensim PLE y PLE Plus existe un menú de **Options (Opciones)** en vez de un menú de **Tool (Herramientas)**.
- La opción **Windows (Pantallas)** permite cambiar entre diferentes pantallas abiertas.
- La opción **Help (Ayuda)** proporciona el acceso al sistema de ayuda online.

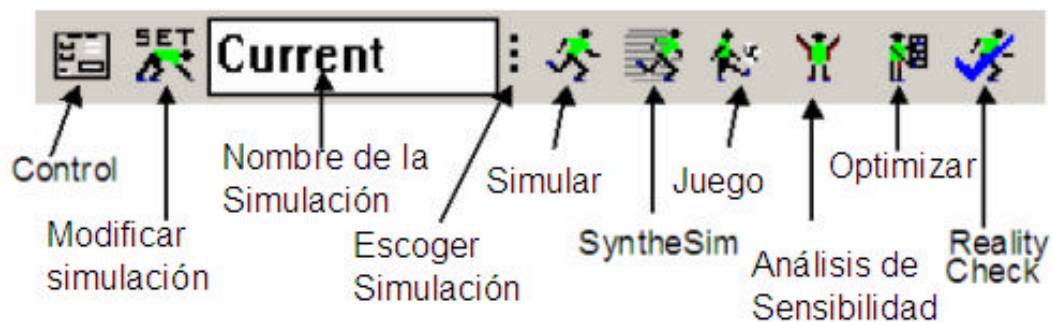
Los menús son sensibles al contexto y los comandos se aplican a cualquier ventana actualmente activa. Los comandos del menú más habitualmente empleados también tienen iconos y pueden ejecutarse desde la Barra de Herramientas descrita en la página siguiente.

Barra de herramientas

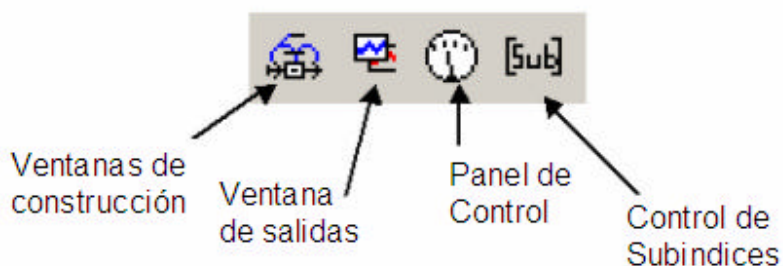
La Barra de herramientas proporciona iconos para algunas de las prestaciones del menú usados más normalmente y para algunas prestaciones de la simulación. El primer conjunto de iconos permite acceder a las prestaciones de Archivo y Edición.



Los siguientes iconos y la caja de edición **Runname (Nombre de la simulación)** se utilizan para ejecutar los modelos.



Los últimos iconos acceden a las distintas pantallas. Pulse en un icono para traer ese tipo de ventana adelante o cambiar a otras de pantallas de ese tipo.



El aspecto exacto de la Barra de herramientas depende de su configuración de Vensim. Algunas configuraciones tienen menos iconos que los mostrados antes. Por ejemplo la Barra de herramientas del Vensim PLE aparece como:



Tipos de pantallas

Vensim contiene varios tipos o clases de pantallas:

1. Las Pantallas de construcción se usan para construir nuevos modelos, o para modificar, navegar y ejecutar modelos existentes. En Vensim Standard, Professional y DSS pueden estar abiertos varios modelos, cada uno en su propia Pantallas de construcción.
2. Las Ventanas de salidas se crean con la Herramienta de Análisis de Vensim que incluye gráficos, tablas y listas.
3. Las Pantallas de control incluyen el Panel de control, que es un menú de diálogo con etiquetas usadas para definir la configuración de Vensim y por último el Control de Subíndices, se usa para definir y seleccionar los subíndices en Vensim Professional y DSS.

Moverse entre los distintos tipos de ventana

Cuando se selecciona una ventana por primera vez o bien la creamos, se coloca esa ventana en un primer plano y se pone activa mientras todas las otras pantallas se ponen inactivas. Sólo se puede trabajar en la ventana activa.

Existen cuatro métodos diferentes para moverse entre las clases de ventana:

1. Pulse en el icono apropiado de la ventana en la Barra de herramientas.
2. Pulse Ctrl + Shift + Tab para moverse entre las clases de pantallas.
3. Desde el menú Windows (Ventana) seleccione Pop Build Forward (abrir la Pantallas de construcción), Pop Output Forward (abrir la Ventana de salidas), Panel de control o Control de subíndices.
4. Use el ratón y pulse en la ventana apropiada (esto sólo puede usarse cuando la ventana está activa).

El último método es especialmente útil para la Ventana de construcción, porque es la más grande y normalmente no se cubre totalmente cuando otras pantallas están activas.

Moverse entre pantallas dentro de una clase

Puede haber múltiples pantallas de salida activas y, en las configuraciones más avanzadas, varias pantallas de construcción abiertas. Existen cuatro métodos para moverse entre las pantallas dentro de una clase:

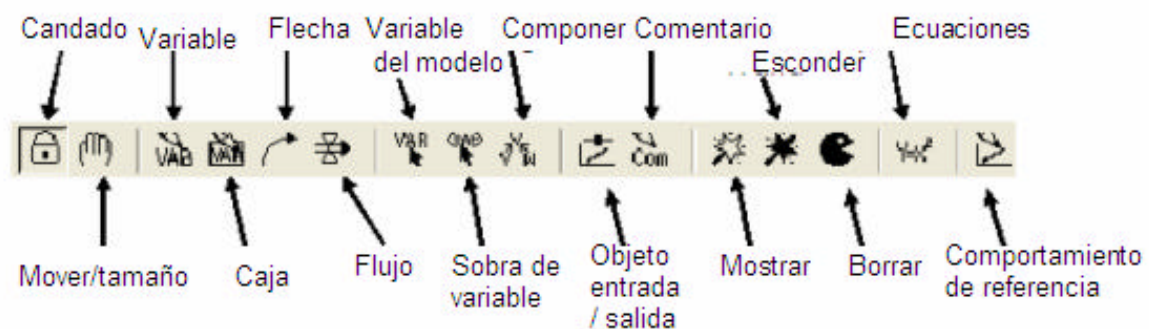
1. Pulse varias veces en el icono de clase de ventana.
2. Pulse Ctrl + Tab .
3. Desde el menú de **Windows (Pantallas)**, seleccione **Output Window List (Lista de Ventana de salida)** para las Pantallas de salida, o pulse en la Ventana de construcción mostrada al fondo del menú de **Windows (Pantallas)**.
4. Use el ratón y pulse en la ventana apropiada (esto sólo sirve si la ventana está visible).

La ventana de construcción

La opción Ventana de construcción se usa para crear modelos en Vensim. Por omisión, se abre con las Herramientas de esquema usadas para dibujar la estructura del modelo y para escribir las ecuaciones. La Barra de estado muestra los iconos para modificar el esquema. Cada pantalla del esquema muestra una parte del modelo, así como cada página en un libro cuenta una parte de la historia. En Vensim Professional y DSS, las Pantallas de Construcción pueden exportarse a un editor de textos para construir y revisar a los modelos como texto. La Barra de Estado cambia entonces a una versión de edición de texto.

Herramientas de esquema

Las herramientas del esquema se agrupan en una barra de Herramientas. Vensim PLE y PLE Plus tienen sólo un conjunto de Herramientas del esquema pero las otras configuraciones permiten escoger y modificar su conjunto de Herramientas del esquema agregando, moviendo y cambiando las acciones de las diferentes herramientas. Pueden guardarse los conjuntos de Herramientas personalizados en archivos, para volver a abrirlos para su uso posterior. La barra de Herramientas del esquema (*default.sts*) contiene la mayoría de las herramientas del esquema necesarias para construir modelos.



Vensim PLE y PLE Plus no tienen la Variable del Modelo, Composición, Esconder o Mostrar palabras.

Para las otras configuraciones las Herramientas del esquema pueden configurarse pulsando el botón derecho del ratón en la herramienta y cambiando sus opciones. Si cambia la configuración de una herramienta, el software pregunta si quiere guardar el conjunto de herramientas del esquema al terminar Vensim. Pulsando en **Yes (Sí)** borra el conjunto de herramientas antiguo. Pulsando en **No** guarda el conjunto de herramientas viejo (y perderá sus cambios).

Pulsando el icono **Cancel (Cancelar)** le permite acceder el menú de **Tools (Herramientas)** para guardar el conjunto de herramientas con un nuevo nombre antes de finalizar. No hay ningún límite al número de Conjunto de Herramientas que se guardan, pero para la mayoría de los usuarios es más cómodo usar un único conjunto de herramientas del esquema ya configurado a sus necesidades.

Las Herramientas de esquema en el conjunto por omisión son:

- **Lock (Candado)** — el esquema está bloqueado. El indicador puede seleccionar objetos del esquema y la Variable la Barra de Trabajo, pero no puede mover los objetos del esquema.
- **Move/Size (Mover/Tamaño)** — mueve, cambia el tamaño y selecciona los objetos del esquema: las variables, las flechas, etc.

- **Variable** — permite crear variables (Constantes, Auxiliares y Datos).
- **Box Variable (Variable Caja)** — crea las variables con forma de caja (usada para Niveles).
- **Arrow (Flecha)** — crea flechas rectas o curvas que representan las relaciones causales.
- **Rate (Flujo)** — crea Flujos, que son flechas perpendiculares a la caja, una válvula y, si fuera necesario, fuentes y sumideros (nubes).
- **Modelo Variable (Variable del Modelo)** — agrega una variable existente y las causas de esa variable a la pantalla del esquema.
- **Shadow Variable (Sombra de Variable)** — agrega una variable existente a la pantalla del esquema como una sombra de la variable (sin añadir sus relaciones causales).
- **Merge (Composición)** — Compone dos variables en una sola, une los Niveles hacia las nubes existentes, une las Flechas hacia una variable y realiza otras operaciones.
- **Input Output Object (Objeto Entrada Salida)** — agrega cursores de entrada y gráficos de salida y Tablas al esquema.
- **Sketch Comment (Comentario del esquema)** — agrega comentarios y dibujos al esquema.
- **Unhide Wand (Mostrar)** — muestra (hace visible) las variables en una pantalla del esquema.
- **Hide Wand (Ocultar)** — esconde las variables en una pantalla del esquema.
- **Delete (Borrar)** — Borra la estructura, las variables en el modelo y los comentarios en un esquema.
- **Equations (Ecuaciones)** — crea y edita las ecuaciones de un modelo usando el Editor de Ecuaciones.
- **Referente Mode (Comportamiento de referencia)** — se usa para dibujar y editar comportamientos de referencia (Capítulo 20)

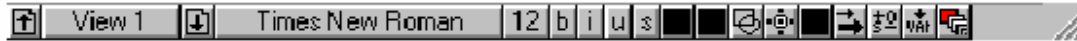
Para construir un modelo, primero seleccione una herramienta del Esquema pulsando en ella con el ratón. También puede seleccionar una herramienta apretando un carácter en el teclado normal (*no* el teclado numérico). Use 1 para la primera herramienta, 2 para la segunda y así sucesivamente (0 para la 10, Q para la 11, W para la 12 y así sucesivamente). Observe que esto sólo actúa cuando la Ventana de Construcción está activa.

Desplace el ratón a la pantalla del esquema y pulse una vez con el botón izquierdo del ratón para aplicar la herramienta (para las Flechas y Flujos, primero pulse una vez, después mueva el ratón y pulse otra vez más).

NOTA la selección de una herramienta de Esquema anula la anterior selección. Es decir, la herramienta del esquema elegida queda activa hasta que escoja otra — para seguir aplicándola al esquema.

Barra de estado

La barra de estado muestra el estado del esquema y de los objetos que se hallan en él. La barra de estado contiene iconos para cambiar el estado de los objetos seleccionados y para moverse a otra pantalla.



Pueden controlarse varios atributos del esquema desde la barra de estado, incluyendo:

- Cambiar las características de las variables seleccionadas; tipo de fuente, tamaño, negrita, cursiva, subrayado, tachado.
- Mostrar un nivel oculto.
- El color de la variable, el color de la caja, la forma del contorno, la posición del texto, el color de la flecha, la anchura de la flecha, la polaridad de la flecha etc.

Al usar el editor de textos (Vensim Professional y DSS), la barra de estado cambia para mostrar las operaciones de edición de texto.

Simulación

Además de construir modelos, puede usar las pantallas de construcción para realizar tareas de simulación. Aún más importante, puede entrar en el modo de Inicialización de la Simulación y en el modo de SyntheSim desde las pantallas de construcción. En el modo de Inicialización de la Simulación se resaltarán todas las constantes y Funciones Gráficas (Lookup) del modelo. Pulsando en ellos, se pueden usar los cambios temporales para una nueva simulación. En el modo de SyntheSim cada constante del modelo tiene un cursor asociado que puede usarse para ajustar su valor. Pueden encontrarse más detalles en el Capítulo 13. Entrar en el modo de Inicio de la Simulación y en el modo de SyntheSim pulsando en el icono correspondiente en la Barra de Herramientas.

Ventanas de salidas

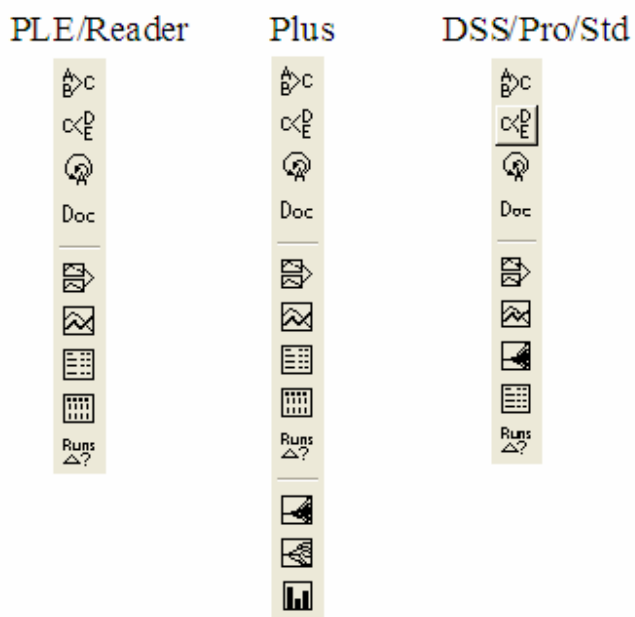
Las Ventanas de Salidas se generan pulsando en la Herramienta de análisis. Las herramientas de análisis buscan información del modelo y muestran la información en una ventana en forma de diagrama, gráfico, o texto, dependiendo de la herramienta particular. Se pueden abrir docenas de estas ventanas simultáneamente y una ventana en particular puede ser cerrada individualmente pulsando en el icono de **Close (Cerrar)** arriba a la izquierda o arriba a la derecha, o bien se pueden cerrar a la vez todas las ventanas usando la opción del menú **Windows>Close All Output**.

Herramientas de análisis

Las herramientas de análisis se usan para mostrar información sobre la Variable seleccionada en la Barra de Trabajo, ya sea su ubicación o su valor en el modelo, o su comportamiento en las simulaciones. Las herramientas del análisis se agrupan en el Conjunto de Herramientas. En Vensim PLE y PLE Plus sólo puede usar el conjunto de herramientas definido en la simulación. En las otras configuraciones puede modificarse el Conjunto de Herramientas de Análisis. Se construyen en el conjunto de herramientas (también llamado *default1.vts*) y el conjunto de herramientas más completo *default2.vts* que contiene muchas de las herramientas de análisis necesarias para investigar modelos.

Las herramientas de análisis pueden configurarse para mostrar aspectos diferentes sobre la Variable la Barra de Trabajo excepto en Vensim PLE y PLE Plus. Para configurar una herramienta, pulse en la herramienta con el botón derecho el ratón y cambie sus opciones. También pueden añadirse herramientas a un conjunto de herramientas. Como con el Conjunto de Herramientas del Esquema, si hace cambios, se ofrece la opción de guardar el conjunto de herramientas al terminar Vensim. Se proporcionan varios Conjunto de Herramientas del Análisis diferentes con Vensim y pueden abrirse del menú **Tools>Análisis Toolset >Open**.

Están disponibles los siguientes Conjuntos de Herramientas:



Se muestra a continuación una descripción de la función de las herramientas. Las herramientas mostradas son del conjunto de herramientas *default2.vts* que contiene más herramientas que los definidos en el conjunto de herramientas. En Vensim PLE y PLE Plus sólo están disponibles los conjuntos de herramientas mostrados arriba. La herramienta de Estadística y el editor de textos no están disponibles en Vensim Standard y el Editor Venapp solo está disponible en Vensim DSS.

Se puede usar Ctrl+1 para activar también la primera herramienta, Ctrl+2 para la segunda y así sucesivamente. Esta prestación funciona para las 10 primeras herramientas (Ctrl+0 es la décima).

Herramientas de análisis estructurales



Causes Tree (Árbol de Causas) — crea una representación gráfica en forma de árbol que muestra las causas de la variable la Barra de Trabajo.



Uses Tree (Árbol de usos) — crea una representación gráfica en forma de árbol que muestra las influencias de la variable la Barra de Trabajo.



Loops (Ciclos) — muestra una lista de todos los ciclos de realimentación que pasan a través de la variable la Barra de Trabajo.



Document (Documentación) — muestra las ecuaciones, definiciones, las unidades de medida y los valores de la variable la Barra de Trabajo.

Herramientas de análisis de las simulaciones



Causes Strip Graph (Gráfico de Línea de Causas) — muestra gráficos en formato línea, permitiendo observar sus causas, es decir mostrando la evolución de las causas directas de la variable la Barra de Trabajo.



Graph (Gráfico) — muestra el comportamiento en un gráfico más grande que el **Gráfico de Línea** y contiene las diferentes opciones de salida para el **Gráfico de la Línea**.



Sensitivity Graph (Gráfico de Sensibilidad) — crea un gráfico de sensibilidad de una variable y su rango de incertidumbre generada por el análisis de sensibilidad.



Bar Graph (Gráfico de Barras) — crea un gráfico de barras de una variable en un momento específico, o despliega un histograma de variables durante todas las veces o para las simulaciones de sensibilidad en un momento.



Table (Tabla) — genera una tabla de valores para la variable la Barra de Trabajo.



Runs Compare (Comparación de Simulaciones) — compara todos los Funciones Gráficas (Lookup) y las Constantes en la primera simulación resultado de una simulación con los de la segunda simulación.



Statistics (Estadísticas) — proporciona un resumen de las estadísticas de la variable la Barra de Trabajo y sus causas o influencias.

Otras herramientas



Units Check (Chequeo de Unidades) — proporciona una manera alternativa de acceder al chequeo de unidades.



Ecuación Editor (Editor de Ecuaciones) — proporciona una manera alternativa de acceder a la ecuación de la variable la Barra de Trabajo.



Venapp Editor (Editor de Venapp) — permite la edición gráfica de Venapps.

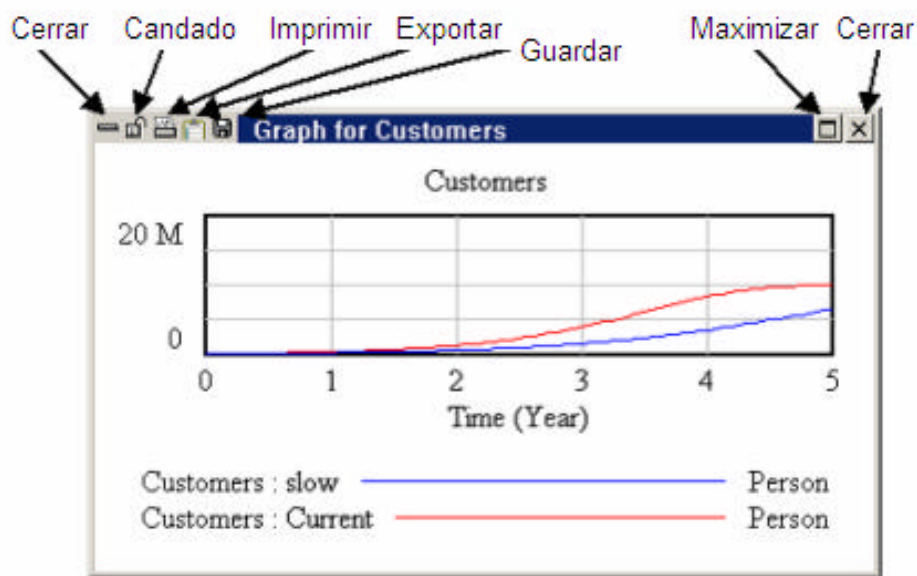


Text Editor (Editor de Texto) — es un editor de textos universal. Está configurado para revisar los archivos *.vgd*. Las herramientas del **Diagrama de árbol**, el **Gráfico de líneas**, el **Análisis de sensibilidad**, la **Tabla** y las **Estadísticas** pueden ser todas configuradas para mostrar cualquier causa o influencia de la variable la Barra de Trabajo.

Salidas de la herramienta de análisis

Pulsando en una herramienta de análisis se genera una nueva ventana con una salida predefinida, excepto la Tabla y las herramientas de Documento que agregan información a cualquier ventana de Tabla existente o de Salida del Documento. La salida de una herramienta permanece en pantalla hasta que la cierre y *no* se actualiza cuando se hacen cambios al modelo. La única excepción a esta norma es la salida de la herramienta que está en un esquema que usa un objeto de Entrada-Salida, como se describe en el Capítulo 12.

Un ejemplo de salida de las herramientas de análisis es el gráfico siguiente. Se muestran a continuación las descripciones de los iconos comunes a todas las pantallas de salida.

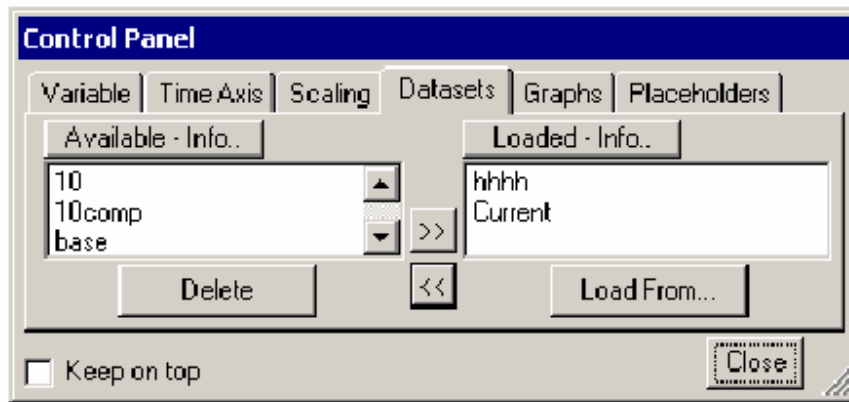


- Si modifica un modelo o hace una nueva simulación, puede anular la salida antigua fácil y rápidamente pulsando el icono de **Cerrar** localizado encima a la izquierda o encima en la esquina derecha o apretando la tecla de **Supr (Del)**.
- Puede borrar todas las pantallas de salida seleccionando el ítem del menú **Windows > Close All Output**.
- Puede impedir que una ventana de salida se cierre pulsando en el icono del **Candado** en el extremo de superior izquierdo para bloquear la ventana. Pulsando de nuevo en el **Candado** se abrirá la ventana.
- Puede guardar de forma permanente la información en una ventana de salida pulsando en el icono de **Guardar** (para guardar a un archivo) o en el icono **Exportar** (para copiar en el portapapeles y pegarlo en otra aplicación) mientras la ventana de salida está activa.

- Si borra la salida, puede reproducirla fácilmente abriendo la herramienta que lo generó (a menos que haya cambiado parámetros el modelo, o los valores de las constantes o tablas de Función Gráfica (Lookup)).

La salida de la herramienta de análisis es fácil de crear y de borrar. Las herramientas de análisis no crean información, sino que muestran la información existente en una forma más útil y comprensible.

Panel de control

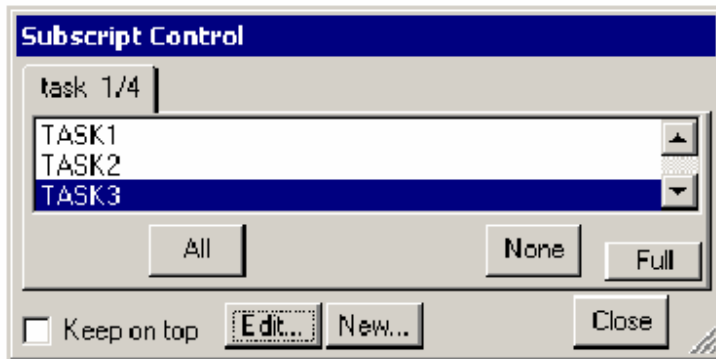


El Panel de control permite cambiar configuraciones interiores que regulan el funcionamiento de Vensim, como la variable la Barra de Trabajo que se selecciona o bien qué simulaciones están activas.

Abra el **Panel de control** pulsando en el icono del Panel de control  en la Barra de herramientas o seleccionando la opción del menú **Windows > Control Panel**. Los grupos del Panel de control se agrupan en seis carpetas con etiquetas (cinco en Vensim PLE y PLE Plus). Seleccione una opción pulsando en el icono apropiado en la etiqueta de la ventana.

- **Variable** permite escoger una variable en su modelo y seleccionarla como la variable la Barra de Trabajo.
- **Time Axis (Eje de Tiempo)** permite cambiar o ajustar el periodo de tiempo sobre la que las Herramientas de Análisis operan.
- **Scaling (Escala)** permite que cambie las escalas de los gráficos de salida.
- **Datasets (Simulaciones)** permite modificar los resultados de las simulaciones guardadas.
- **Graphs (Gráfico)** activa el Mando de Gráfico a Medida.
- **Placeholders (Llenar Huecos)** es un control que fija valores para simular modelos incompletos (No PLE o PLE Plus, vea el Manual de Referencia).

Control de subíndices



El Control de subíndices se usa en las versiones Vensim Professional y DSS para crear, revisar y seleccionar los elementos para los Rangos de Subíndice con el objeto de ajustar el funcionamiento de las herramientas de Análisis. Por ejemplo, para un modelo con variables con subíndices por tarea, seleccionando simplemente una tarea (**TASK3**) ajustará la herramienta de Análisis para mostrar la información sólo sobre la tarea (**TASK3**). Los subíndices se seleccionan y anulan pulsando en ellos o pulsando el icono **All** o **None** (**Todos** o **Ninguno**).

Para abrir el Control de Subíndice pulse en el icono de control de **Subíndice**  en la Barra de herramientas. Puede definir los nuevos Rangos del Subíndice pulsando en el botón **New...** (**Nuevo...**) y revisar el Rango de Subíndice para la opción actual pulsando en el botón **Edit** (**Edición**).

3 Ejemplo práctico

Crer modelos con Vensim

Para construir y usar modelos con Vensim se siguen habitualmente los siguientes pasos:

- Se construye un modelo o se abre un modelo existente.
- Se examina la estructura usando la Herramienta de análisis estructural (Diagramas de Árbol).
- Se simule el modelo cambiando los parámetros para observar su comportamiento.
- Se examinan los comportamientos interesantes con más detalle usando las Herramientas de análisis (gráficos y tablas).
- Se realizan experimentos controlados con la simulación y se perfecciona el modelo.
- Se presenta el modelo y el comportamiento al cliente, mostrando los resultados con SyntheSim, y la herramienta de análisis de salidas con gráficos y tablas.

Para construir, examinar y modificar los modelos se debe hacer un proceso iterativo. Empezar con modelos sencillos con pocos ciclos de realimentación y poco detalle permite la construcción rápida de un modelo de simulación útil para empezar a trabajar. Este modelo de simulación para empezar a trabajar puede modificarse y mejorarse si es necesario para mostrar un mayor nivel de detalle y complejidad.

Vensim muestra las salidas de su simulación en una sola pantalla, permitiéndolo observar los resultados de la simulación al instante para todas las variables en la pantalla. Durante la simulación, el comportamiento dinámico se va guardando para todas las variables del modelo. Puede seleccionar cualquier variable de interés y pulsar en la herramienta de análisis apropiada para observar los resultados con más detalle.

Copyright © 1998-2007 Ventana Systems, Inc.
Traducido al español con autorización
Copyright de la traducción (c) 2007 Juan Martin Garcia

Causal Tracing, Reality Check, Vensim and Ventana
son marcas registradas de Ventana Systems, Inc.

El ejemplo Existencias y mano de obra

En este capítulo observará la forma de usar Vensim con la ayuda del modelo de Existencias y mano de obra. Este es un modelo simple, pero muy útil para aprender. Muestra cómo la interacción de las políticas de gestión de Existencias y las prácticas de contratación de personal pueden provocar inestabilidades en la producción. También muestra los resultados, en ocasiones contraintuitivos, que surgen de políticas más agresivas para contratar y despedir al personal y las que pueden permitir conseguir a una mano de obra más estable. El modelo de Existencias y mano de obra se desarrolla en el Capítulo 2 de la Guía de Creación de modelos.

Empezar con Vensim

Windows (95, 98, NT 4.0, 2000 or XP)

- Pulse en la opción **Inicio**, luego en **Softwares>Vensim>Vensim XXX** (donde XXX es una de las opciones PLE, PLE Plus, Standard, Professional or DSS).

Macintosh

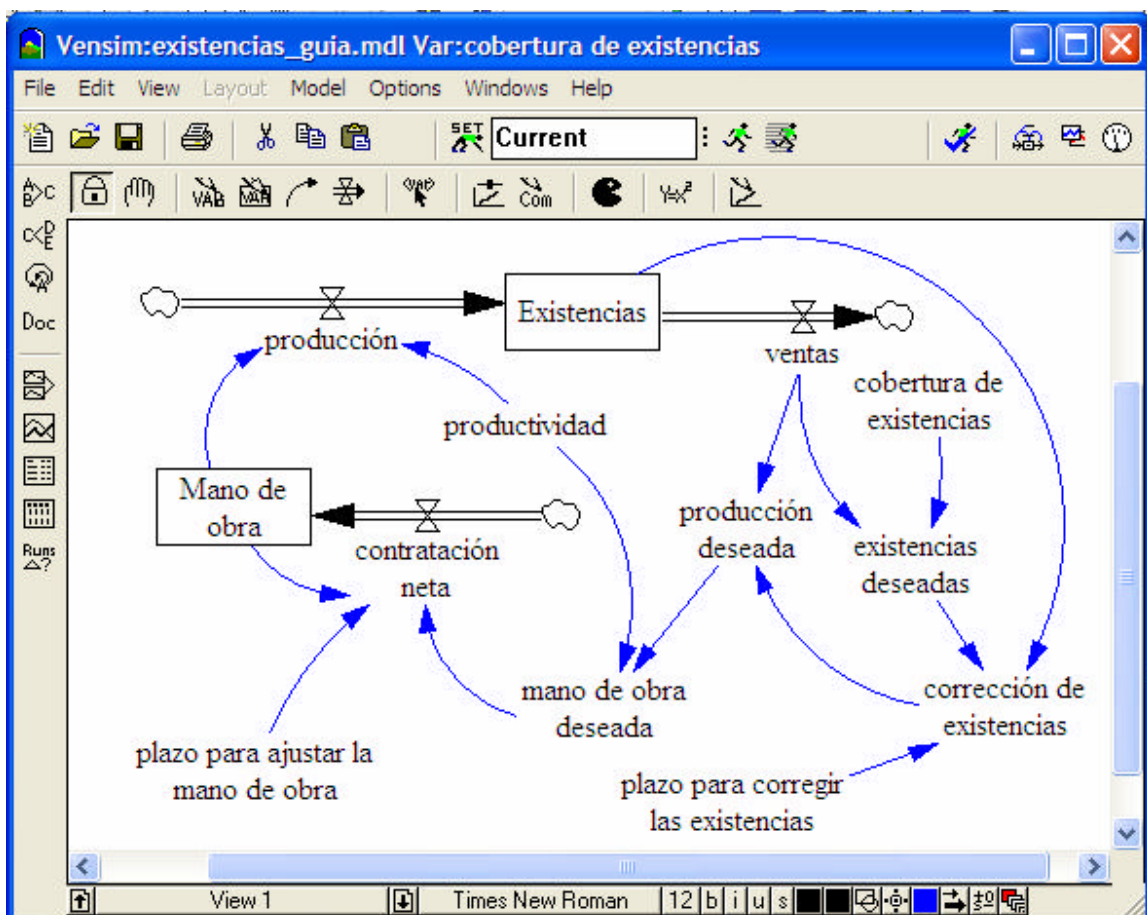
- Haga doble clic en el icono de **Vensim**.

Vensim se abrirá con un nuevo (y vacío) modelo, o el último modelo con que estaba trabajando. Podríamos empezar desarrollando nuestro modelo aquí, pero en cambio abriremos y simularemos un modelo existente.

Abrir el modelo

- Seleccione en el menú **File>Open Model...(Archivo>Abrir Modelo)**, o pulse en el icono  **Abrir Modelo** en la barra de tareas.
- Abra el fichero *existencias_guia.mdl* ubicado en el mismo directorio de esta guía.

Vensim cargará el modelo Existencias y mano de obra como se muestra a continuación.



Este modelo describe el comportamiento dinámico de una planta industrial que tiene unas existencias. La barra de títulos muestra el nombre del modelo que está cargado (*existencias_guia.mdl*) y la variable *cobertura de existencias*, que es la variable seleccionada en la Barra de Trabajo. Podemos observar que la variable *cobertura de existencias*, también aparece en el esquema. La Variable de la Barra de Trabajo puede ser cualquier variable del modelo que nosotros estamos interesados en seleccionar. Podemos cambiar la selección cuando queremos, pulsando sobre otra variable.

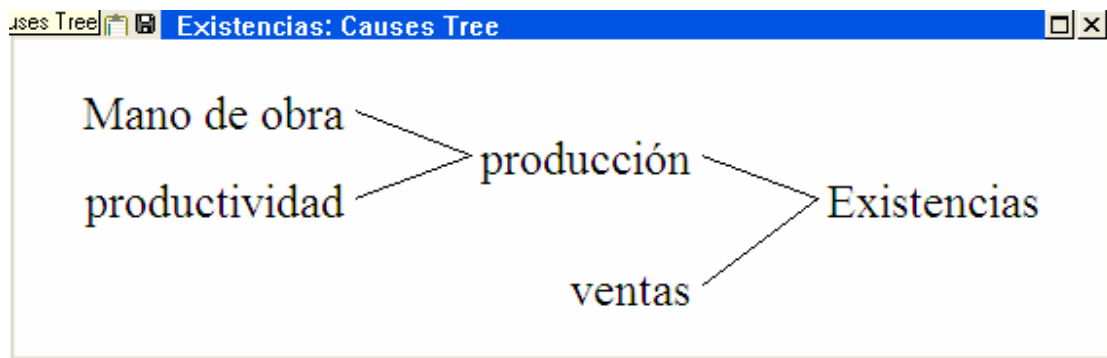
- La herramienta de **Candado** de Esquema (Sketch **Lock**) se selecciona por omisión. Ponga el cursor del ratón encima de la caja en el esquema que dice Existencias y pulse en él. Podemos observar que la Variable la Barra de trabajo (en la barra de Títulos) cambia de *cobertura de existencias* a *Existencias*.

Examinar la estructura

El modelo Existencias y mano de obra es relativamente simple, aunque puede resultar confuso si no está familiarizado con las reglas de los Diagramas de flujos. En esta representación visual, las flechas implican causa y efecto: la variable a la cola de la flecha causa a la variable a la cabeza de la flecha (un cambio). Por ejemplo, la *producción* es causada por la *Mano de obra* y también por la *productividad*.

Podemos investigar la estructura de este modelo con las herramientas de Análisis Estructural. Obtendremos respuestas sobre la estructura, no sobre el comportamiento dinámico del modelo (eso viene luego cuando simulemos el modelo y usemos el Análisis de la simulación como herramienta).

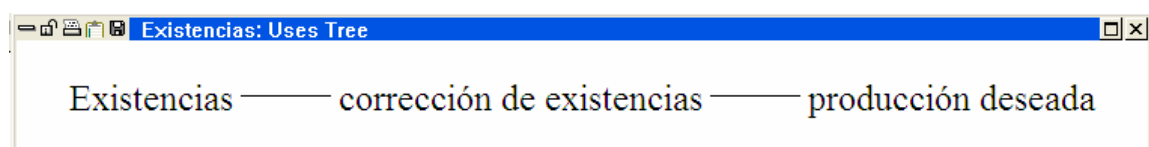
- Pulse sobre la Herramienta de Análisis, **Diagrama de Árbol de Causas**  y se abre esta ventana:



Vemos que la variable la Barra de Trabajo, *Existencias*, está a la derecha y todo lo que la hace cambiar (hasta dos 2 conexiones de distancia) está a la izquierda.

- Pulse el icono **Cerrar**  en la esquina superior izquierda, o el icono de **Cerrar**  en la esquina superior derecha, o presione la tecla Supr (Del), para cerrar el Diagrama de árbol.

- Pulse en la Herramienta de Análisis de **Diagrama de Árbol de Usos**  y se abre una ventana de salida:

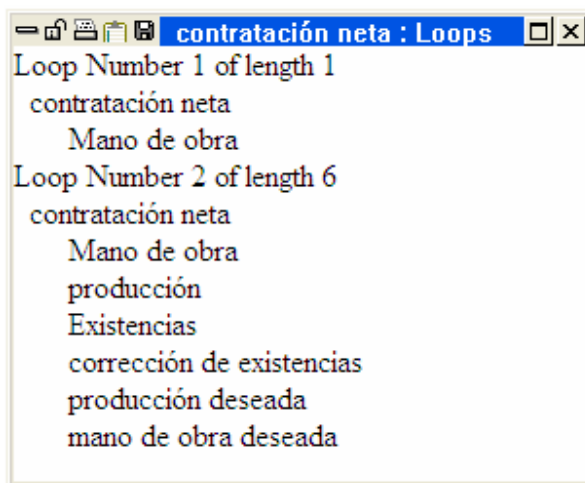


Ahora podemos observar la Variable la Barra de Trabajo a la izquierda y donde se usa en el modelo (lo que ésta hace cambiar hasta dos conexiones de distancia) a la derecha. Observe que estos Diagramas de Árbol simplemente presentan la información del modelo en una

forma diferente. Podemos observar todas las relaciones causales examinando el esquema, pero los árboles presentan sólo parte de un modelo y pueden ser más fáciles de entender.

- Pulse en el icono **Cerrar** o presione la tecla Supr (Del) para cerrar el Diagrama de Árbol.
- Ponga el cursor del ratón en la *contratación neta* que aparece en el esquema y luego pulse para seleccionarla como Variable la Barra de Trabajo.

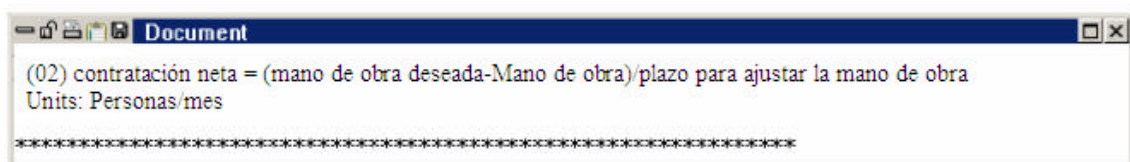
- Pulse en la Herramienta de Análisis de **Ciclos** 



Una ventana muestra todas las variables en todos los ciclos de realimentación (dos) que pasan a través de la Variable la Barra de Trabajo (*contratación neta*).

- Pulse en la Herramienta de Análisis de **Documento** 

La salida de esta herramienta dependerá de la configuración de Vensim que esté usando. Para Vensim PLE y PLE Plus la herramienta de Documento proporciona la documentación de todo el modelo, mostrando todas las ecuaciones del modelo en un formato del texto simple. Para las otras configuraciones esta información se despliega sólo para la variable la Barra de Trabajo actual.



Se abre una ventana y muestra la ecuación de la variable la Barra de Trabajo (*contratación neta*) y las unidades de medida.

- Seleccione la opción del menu Windows > Close All Output.

Con esto se cierran todas las pantallas de salida que se han creado.

Simular el modelo

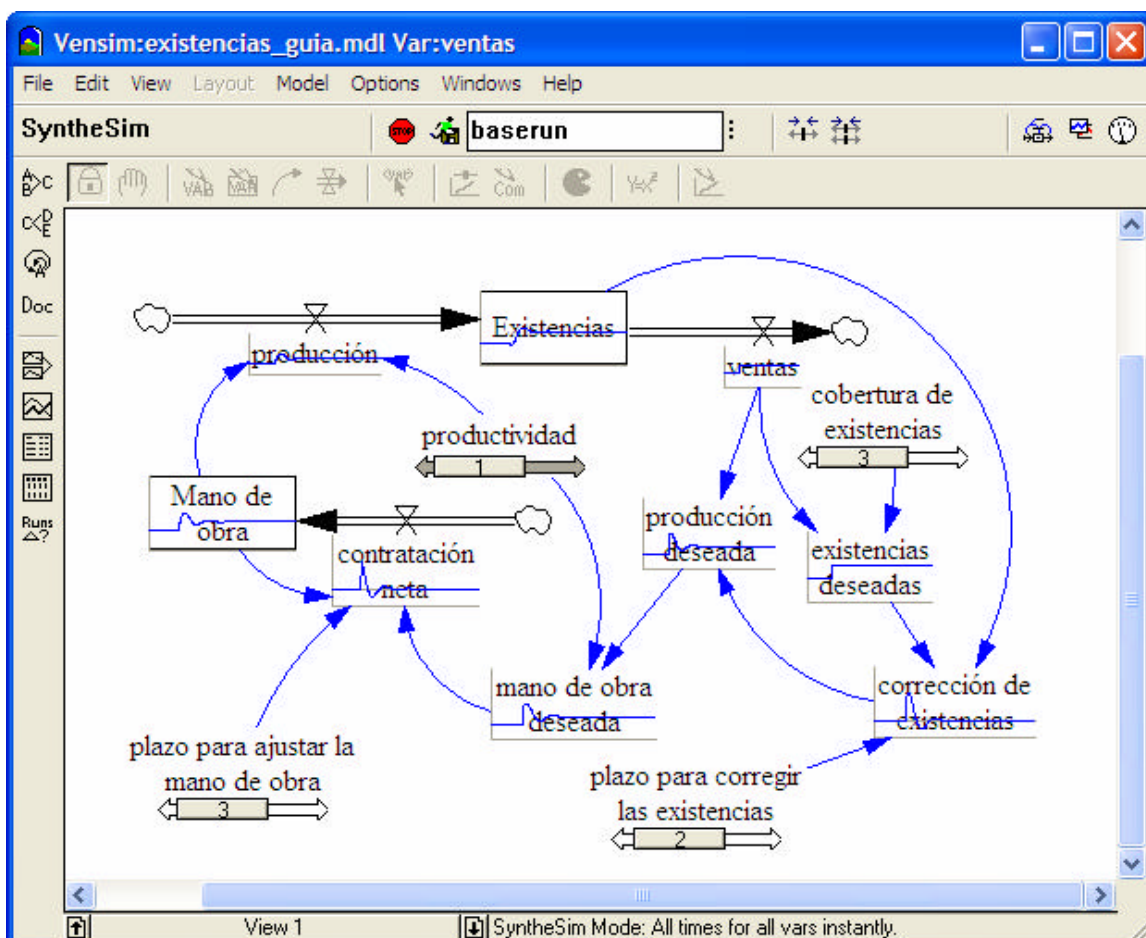
Ahora nos gustaría examinar el comportamiento dinámico del modelo. Queremos observar el comportamiento de las variables en el modelo, como por ejemplo la cantidad de *Existencias* a lo largo del tiempo. Para hacer esto primero necesitamos simular el modelo. La manera más fácil de simular modelos es usando la Barra de herramientas. Para acceder a algunas de las opciones más avanzadas para preparar las simulaciones, puede usar el Control de la Simulación como se describe en el Capítulo 8 del Manual de Referencia.

- Pulse dos veces en la caja de edición del nombre de la simulación en la Barra de Herramientas

Current

para resaltar el nombre predefinido *Current* (Actual) (o pulse una vez y escriba el nombre *Current*), entonces teclee el nombre *baserun*. Este será el nombre de la simulación que tiene todos los valores de la simulación con el comportamiento de las variables, cuando hagamos la simulación.

- Pulse sobre el icono **SyntheSim**  en la Barra de herramientas. Vensim modificará al modo SyntheSim y observará lo siguiente:



Cada variable tiene un gráfico encima o un cursor debajo della. Los cursores se corresponden con las constantes (variables que siempre tienen un solo valor) y se muestran los gráficos de tendencias en miniatura para las variables restantes. Si coloca el cursor encima de un nombre de variable y espera, aparecerá un gráfico más grande.

- Pulse dos veces sobre la caja de edición del nombre de la simulación en la Barra de Herramientas nuevamente y reemplace el nombre *baserun* con *experiment*. Ahora, cuando haga los cambios se guardarán en la simulación *experiment*, mientras la simulación *baserun* se mantendrá sin cambios.

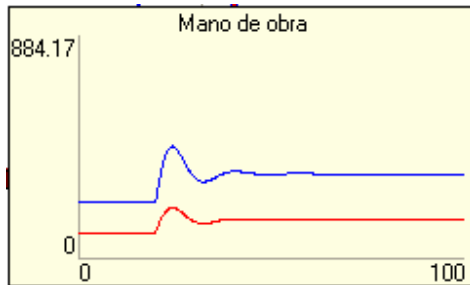
- Usando el ratón, mueva el cursor debajo de *productividad* de un lado a otro. Cuando mueva el cursor el modelo simulará y los resultados se desplegarán en azul, junto con los resultados de *baserun* que se muestra en rojo. La simulación se hace lo bastante rápido como para que los gráficos se actualicen al instante.

Asigne el valor 0.5 a *productividad* para la simulación *experiment*.

Examinar el comportamiento

Aunque los gráficos se muestran para todas las variables, a menudo es útil obtener una salida más detallada y más grande.

- Coloque el ratón encima de *Mano de obra* y déjelo allí. Aparecerá un gráfico justo debajo de *Mano de obra*.

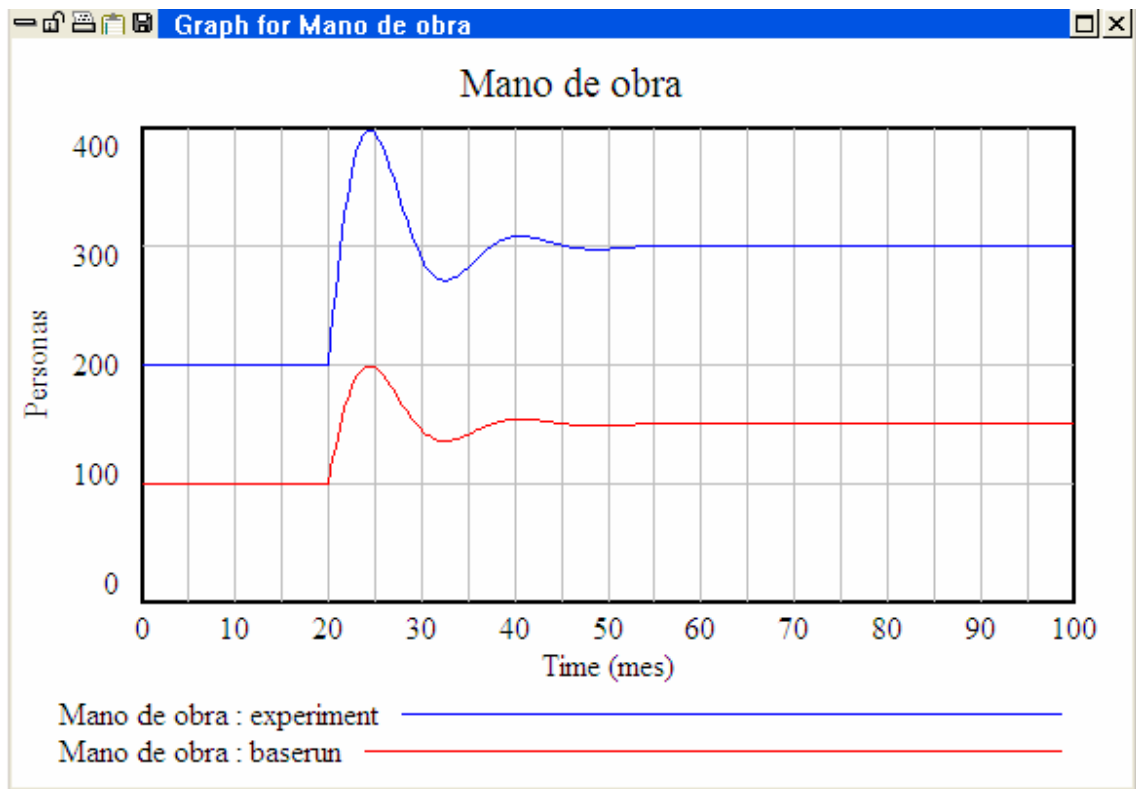


Este es el mismo gráfico mostrado encima de la variable, sólo que más grande y tiene las etiquetas en los ejes. Los gráficos son iguales para que puedan relacionarse fácilmente con los gráficos en miniatura que se muestran en el Diagrama.

- Pulse sobre *Mano de obra* para seleccionarla en la Barra de Trabajo.

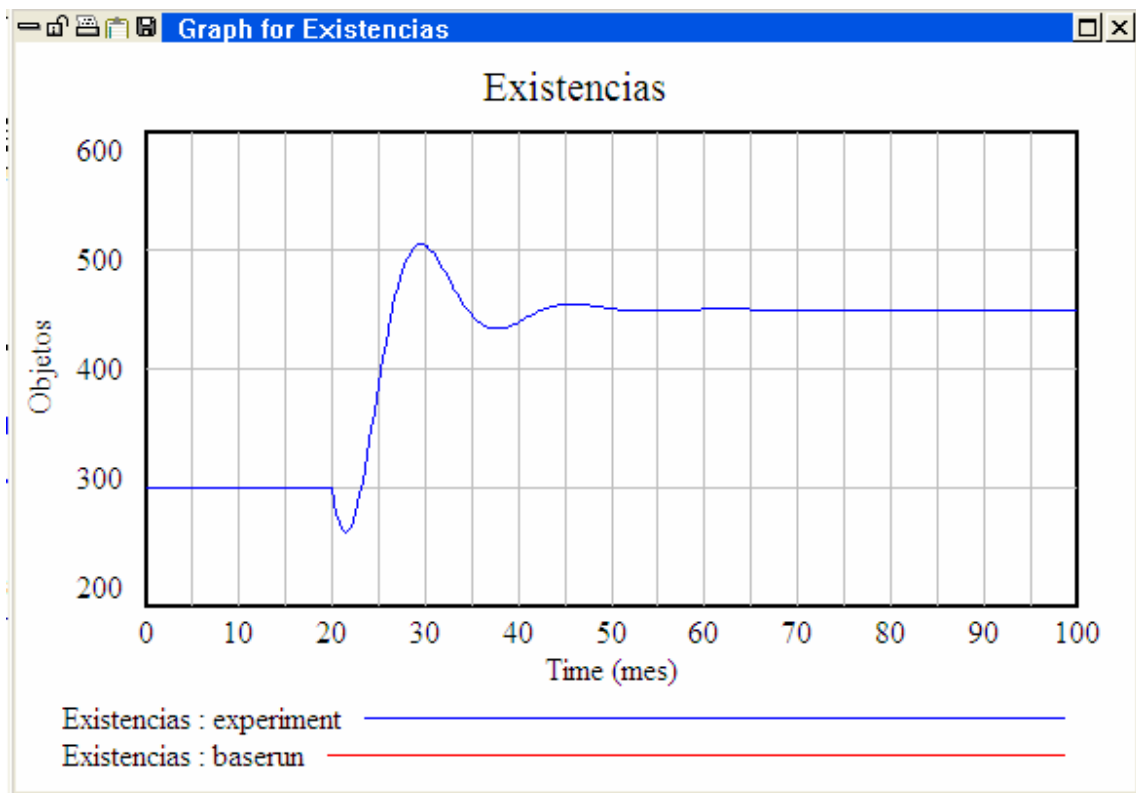
- Pulse sobre la Herramienta de Análisis de **Gráfico**





En el gráfico anterior hay dos aspectos importantes. Primero ambas simulaciones muestran un modelo de conducta conocido como oscilación amortiguada. Segundo, las dos simulaciones son idénticas salvo por la escala.

- Cierre el gráfico pulsando en el icono **Cerrar** o presione Supr (Del).
- Pulse sobre la variable *Existencias* que aparece en el esquema y luego pulse en la herramienta del **Gráfico** 



Se obtiene un gráfico de *Existencias* con un comportamiento oscilante similar a la *Mano de obra*, aunque el valor de *Existencias* comienza declinando antes de aumentar su valor. Más importante aún, se ve sólo un gráfico. Observemos una tabla con los valores reales para *Existencias*.

- Pulse sobre la herramienta **Tabla** 

Table			
Time (mes)	0	0.25	0.5
"Mano de obra" Runs:	experiment	baserun	
Mano de obra	200	200	200
: baserun	100	100	100

- Use el icono de desplazamiento (scrollbar) de la ventana para observar los valores de *Existencias*. Sólo es visible una línea del gráfico para *Existencias* porque los valores son idénticos para ambas simulaciones. La *productividad* influye sólo en *Mano de obra*, *Mano de obra deseada* y la *contratación neta*. Esto es bastante evidente mirando el Diagrama del modelo, mientras arrastra el cursor: ocurre porque la *productividad* solo cambia el número de personas requeridas para producir un artículo.

- Pulsar en el icono del **Inicializador del cursor**  o presione la tecla **Inicio (Home)** para retornar el valor de *productividad* a su valor original.

- Repetir el experimento anterior con cada una de las constantes restantes. Arrastre los cursores observando el comportamiento y cree gráficos más detallados cuando lo crea conveniente.

Los aspectos que debería estar buscando cuando está analizando el comportamiento es el periodo de oscilación, la magnitud que cambian las variables y el grado de atenuación. El periodo de oscilación es el tiempo de una cresta a la próxima, sobre el eje de tiempo. La atenuación es la disminución en amplitud que ocurre de una cresta a la otra, donde la amplitud es la distancia a lo largo del eje de ordenadas (y) para el valor al que la variable se estabiliza. Debería ser fácil observar como la *productividad* y la *cobertura de existencias* no producen cambios significativos mientras el *plazo para ajustar la mano de obra* y el *plazo para corregir existencias* si lo hacen.

Análisis causal

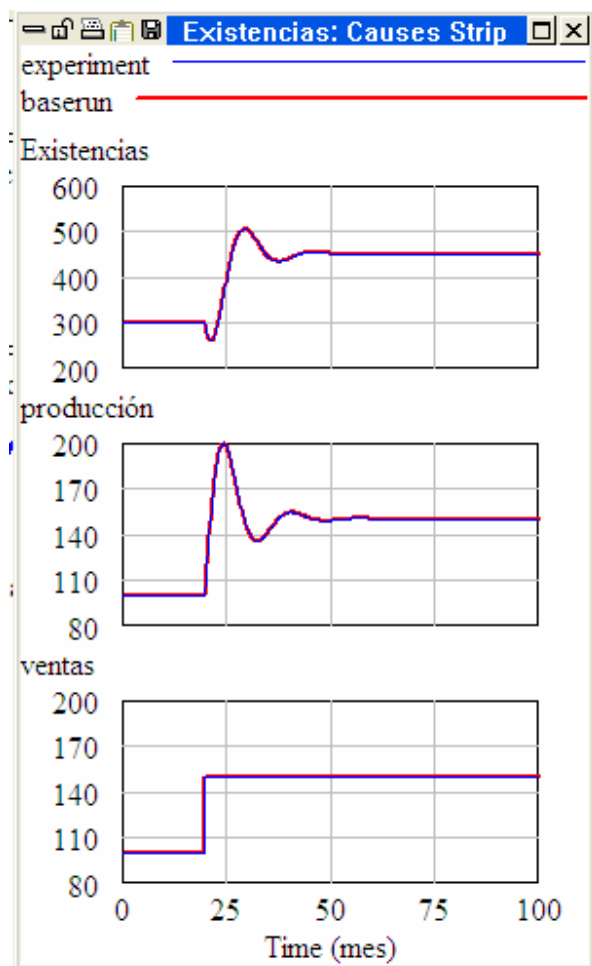
Así como observaba las causas de *Existencias* usando la Herramienta de Análisis de **Diagrama Árbol de Causas**, también puede observar los gráficos de comportamiento de las variables que causan que la variable *Existencias* cambie.



- Pulse sobre el icono **Iniciar Todo** o use la combinación de teclas Ctrl+Inicio. Esto restablece todas las constantes del modelo a su valor original. Observará sólo una línea en el gráfico por cada variable.

- Pulse en *Existencias* para seleccionarlo en la Barra de Trabajo.

- Pulse sobre la Herramienta de Análisis de **Tira de Causas**



Se genera un gráfico que muestra la Variable la Barra de Trabajo *Existencias* en la parte superior y todas las variables que directamente ocasionan el cambio de *Existencias* debajo de ella (*producción* y *ventas*). Las dos simulaciones son las

mismas, entonces las líneas del gráfico quedan una encima de la otra. Debería poder observar dos colores en cada línea del gráfico, la herramienta de **Tiras de causas** usa tanto el color como el espesor de línea para distinguir las simulaciones. Tome nota de algo muy interesante en este gráfico. Las *Existencias* tienen un comportamiento oscilante que se atenúa y se estabiliza. Las *Existencias* están cambiando debido a la *producción* y a las *ventas*, pero sólo *producción* está oscilando. Las *ventas* no tienen el comportamiento oscilante que tienen las *Existencias* y la *producción*. Por consiguiente nosotros debemos observar en la *producción* y no en las *ventas* para hallar la fuente de esta oscilación.

El seguimiento causal es una herramienta rápida y poderosa que nos ayuda a determinar *qué* porciones de un modelo están causando *cuál* tipo de comportamiento. Las herramientas de **Árbol de Causas**, **Árboles de Usos** y la **Tabla** pueden usarse para el Seguimiento Causal, pero la herramienta más usada normalmente es la herramienta de **Tira de causas** y usaremos esta para investigar las fuentes de oscilación en este modelo.

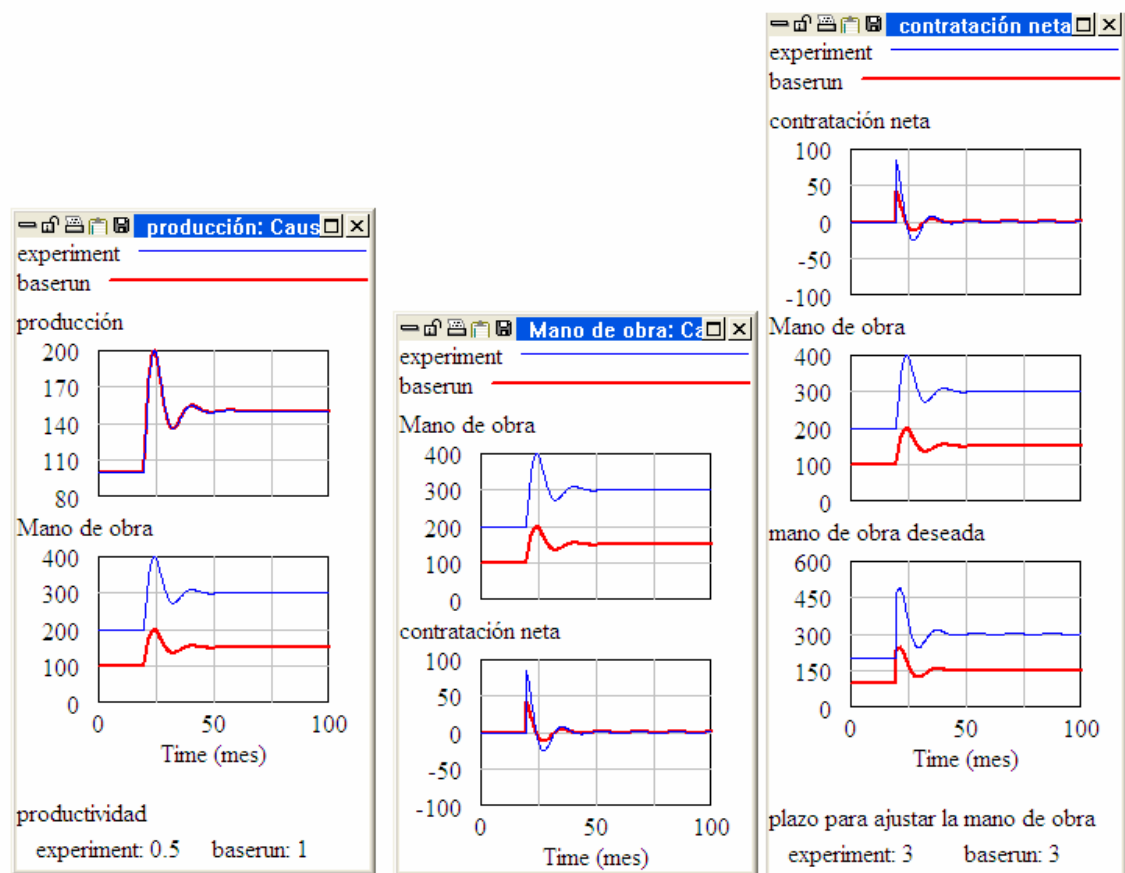
Intentemos buscar cual de los ciclos de realimentación en el modelo están causando el comportamiento oscilante.

- Pulse en *producción* que aparece en las **Tira de Causas** para seleccionarlo como la Variable la Barra de Trabajo y después pulse en la herramienta de **Tira de Causas**.

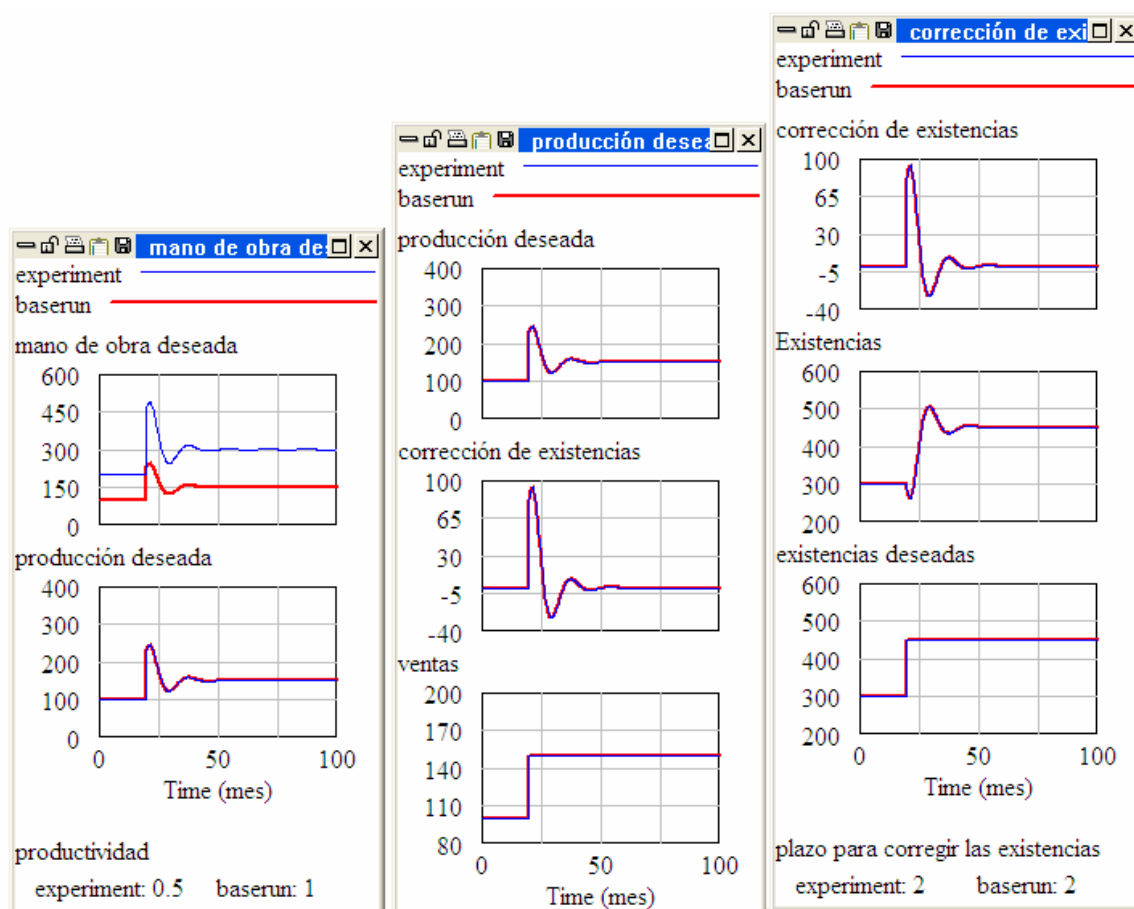
- Pulse en *Mano de obra* en la **Tira de Causas** que se ha desplegado y después pulse en la herramienta de **Tira de Causas**.

- Pulse en *contratación neta* y después pulse en la herramienta de **Tira de Causas**.

Las tres tiras de gráficos se muestran a continuación. Observe como la oscilación está viajando a través de todas estas variables.



- Pulse en *mano de obra deseada* y después pulse sobre la herramienta de **Tira de Causas**.
- Pulse en *producción deseada* y después pulse sobre la herramienta de **Tira de Causas**.
- Pulse en *corrección de existencias* y después pulse sobre la herramienta de **Tira de Causas**.



Los últimos dos gráficos muestran un comportamiento similar. La **Tira de Causas** para la *producción deseada* muestra que la oscilación está llegando de la *corrección de existencias* no de las *ventas*. En el gráfico de *corrección de existencias*, vemos que *Existencias* está causando la oscilación, no el valor de *Existencias deseadas*.

Sabemos que las oscilaciones siguen un camino hacia atrás hacia *Existencias* y no pasan por la variable de *ventas*. Observemos el esquema para mejorar la percepción de lo que está pasando.



- Pulse sobre el icono de **Ventana de Construcción** de la Barra de Herramientas.

Esto trae la ventana de construcción al frente y lleva las pantallas de salida a la parte de atrás. Siga el ciclo de realimentación que siguen las oscilaciones desde *Existencias* a *producción*, a *Mano de obra*, a *contratación neta*, a *mano de obra deseada*, a *producción deseada*, a *corrección de existencias*, y nuevamente a *Existencias*. Observe la variable *producción deseada*. Observe como las oscilaciones viajan a través del ciclo de realimentación de *Existencias*, no a través de las *ventas*. La variable *ventas* es una constante con la

función STEP (ESCALÓN). Las *ventas* causan el cambio en otras variables, pero nada las hace cambiar a ellas. Las *ventas* no son parte de ningún ciclo de realimentación. La variable *ventas* produce un cambio repentino en el nivel de *Existencias* (a través de un aumento en escalón de las *ventas*). La estructura del sistema (el ciclo de realimentación negativo) intenta corregir *Existencias* y lo hace oscilar a una determinada frecuencia particular. Esto es como una silla mecedora que se mecerá de un lado a otro como respuesta a un empujón en una dirección.

- Seleccione del menu Windows>Close All Output. (cerrar todas las pantallas)

Simulaciones individuales

Hasta ahora hemos visto las capacidades de SyntheSim de Vensim para mostrar el comportamiento del modelo y esta es una manera muy eficaz de adquirir un conocimiento profundo de la realidad. Hay una manera más tradicional para analizar el comportamiento y esto se consigue con una fase de ejecución del modelo, seguida por una fase de simulación para cada simulación realizada. Este acercamiento tiene la ventaja de ser muy metódico, de forma que los resultados puedan ser reproducidos fácilmente por otras personas. Éste también es el único acercamiento práctico para tratar con modelos muy grandes, con los cuales se tarda más de algunos segundos en simularlos

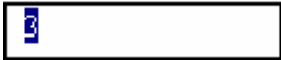
- Pulse sobre el icono de **Parar Simulación**  de la Barra de Herramientas

Los gráficos y cursores desaparecerán. Vensim está ahora en el mismo estado en que estaba cuando abrió el modelo por primera vez.

- Pulse sobre el icono **Iniciar Simulación**  sobre la Barra de Herramientas.

Algunos de los nombres de las variables en el esquema aparecerán con el texto en amarillo en un fondo azul. Estas son las constantes, es decir variables que no cambian durante la simulación; y podemos colocarles un valor diferente antes de simular y observar el efecto que los cambios producen en el comportamiento.

- Pulse sobre la variable *plazo para ajustar mano de obra* que aparece en amarillo/azul sobre el esquema.

Se abre una caja de edición 

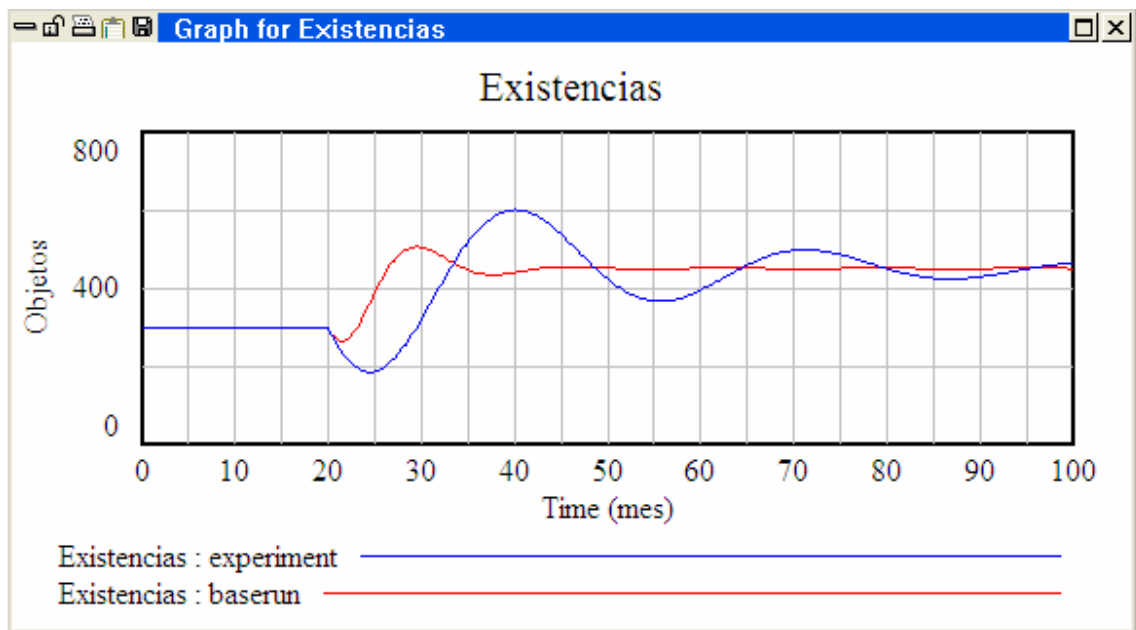
Probaremos un experimento donde retrasaremos el flujo al que contratamos a los nuevos obreros (y despedimos a los obreros actuales), para observar si eso elimina la oscilación. Idealmente, nos gustaría observar un aumento suave de nuestro antiguo nivel de *Existencias* (y *Mano de obra*) a nuevos niveles.

- Teclee el número 12 en la caja de la edición para reemplazar el número 3 y después pulse la tecla Intro (Enter).

Esto modificará el *plazo para ajustar la mano de obra* de 3 meses a 12 meses.

- Pulse sobre el icono **Simulación**  de la Barra de Herramientas, el modelo simulará y guardará los valores en la simulación *experiment* (*experimento*).
- Pulse sobre la variable *Existencias*, y después pulse sobre la Herramienta de

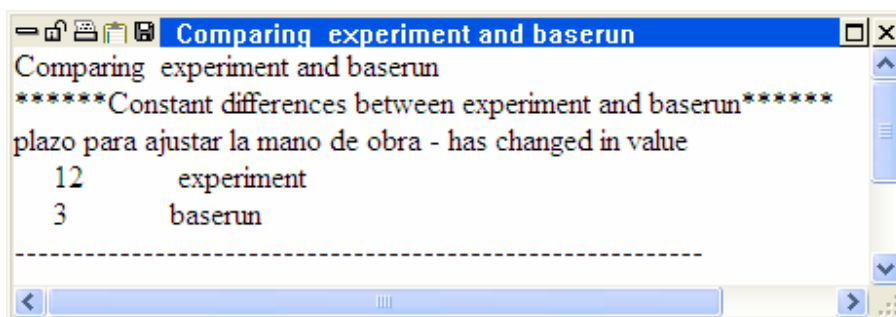
Análisis **Gráfico** 



Vemos los resultados de dos simulaciones: *el baserun* con el valor original (3) para la variable *plazo para ajustar la mano de obra* y *experiment* con el valor modificado (12) para el *plazo para ajustar la mano de obra*. Los resultados muestran que tener prácticas de contratación y despidos más lentos aumenta el tamaño de la oscilación y hace que las oscilaciones duren más tiempo.

Para observar cuales eran las diferencias en las constantes para cada simulación:

- Pulse sobre la Herramienta de Análisis **Comparación de simulaciones** 

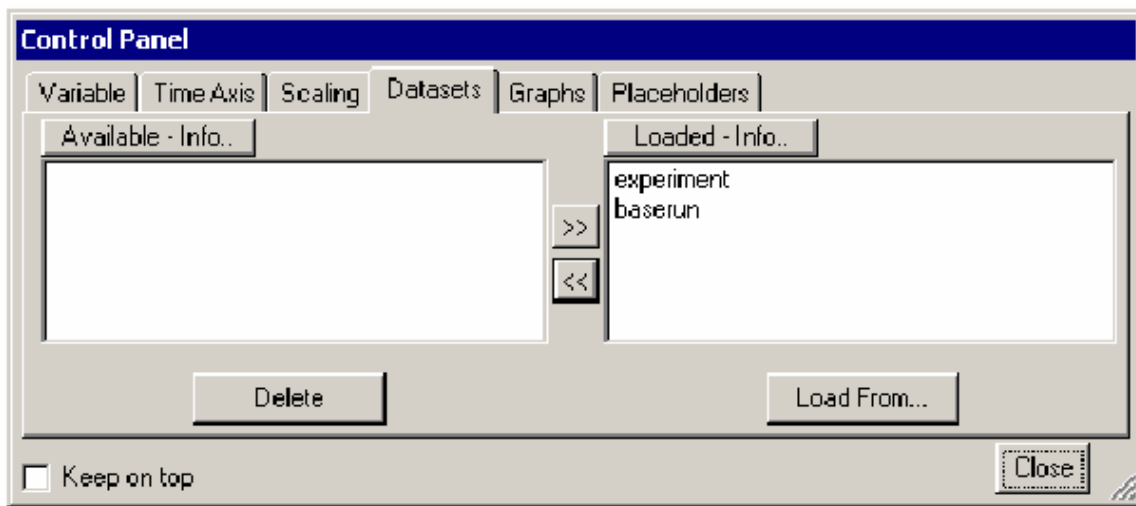


La Herramienta de Análisis **Comparación de simulaciones** lista todas las diferencias en Constantes y Funciones Gráficas (Lookup) (diferencias en las primeras dos simulaciones de la simulación cargados) Tenemos dos simulaciones cargados (el *baserun* y *experiment*) y la única diferencia es el valor de la variable *plazo para ajustar la mano de obra* (3 y 12)

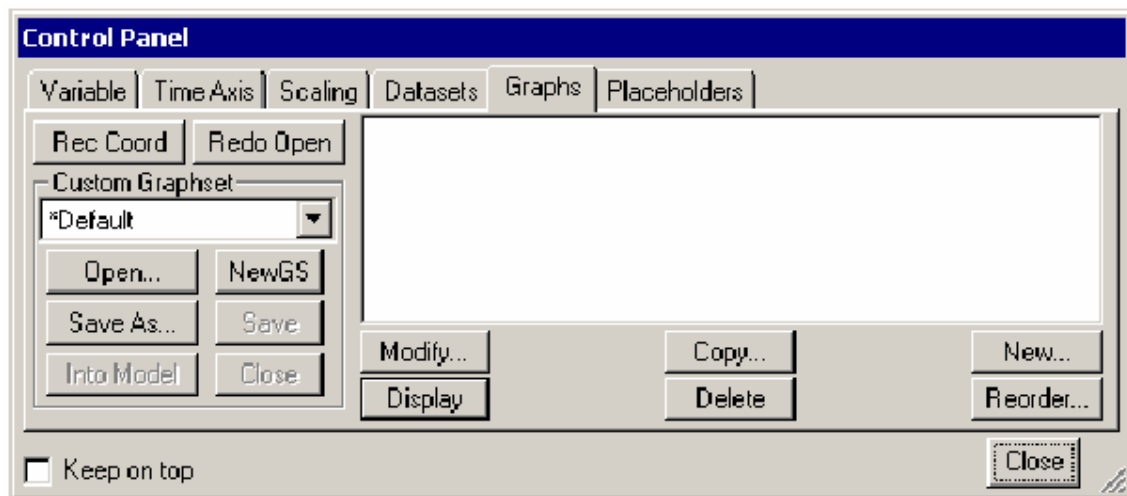
Crear un gráfico a medida

A veces deseamos observar todas las variables importantes juntas en un mismo gráfico. Los gráficos generados usando las herramientas de Análisis muestran el comportamiento para la Variable en la Barra de Trabajo. Usando los Gráficos a Medida, podemos seleccionar las variables deseadas, las simulaciones de distintos simulaciones, el estilo y los formatos en un gráfico. Los **Gráficos a Medida** se crean desde el Control de Gráfico localizado en el Panel de control.

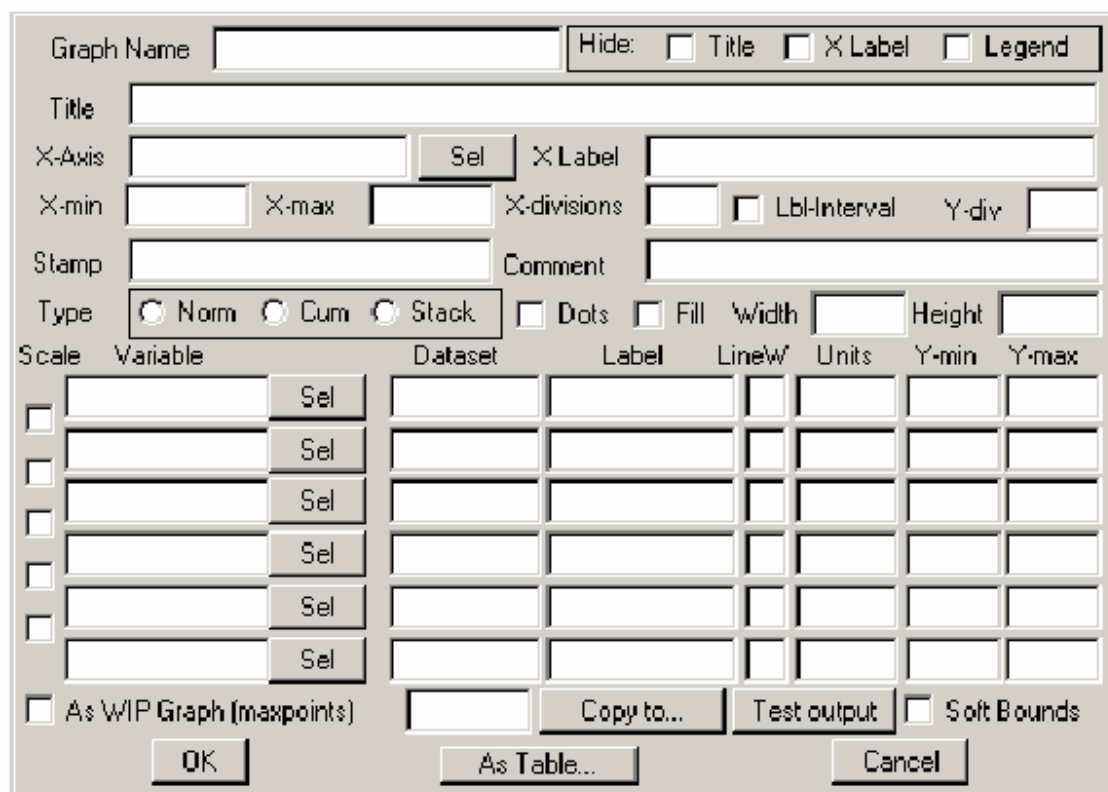
- Pulse sobre el icono de **Panel de control**  s sobre la Barra de Herramientas para seleccionar el Panel de control. Pulse en el icono para **Datasets (Simulaciones)**.



- Descargue el *baserun* haciendo doble clic sobre el nombre de la simulación *baserun* en la caja de las simulaciones **Cargadas (Loaded)**.
- Pulse en el icono **Graphs (Gráficos)** en el Panel de control.

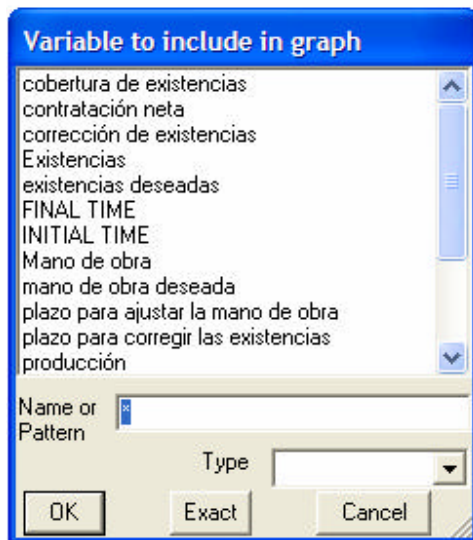


- Pulse el icono el icono **New...(Nuevo...)** y el Editor de Gráficos a Medida se abre con el cursor posicionado en la caja de edición del **Título (Title)** del gráfico.

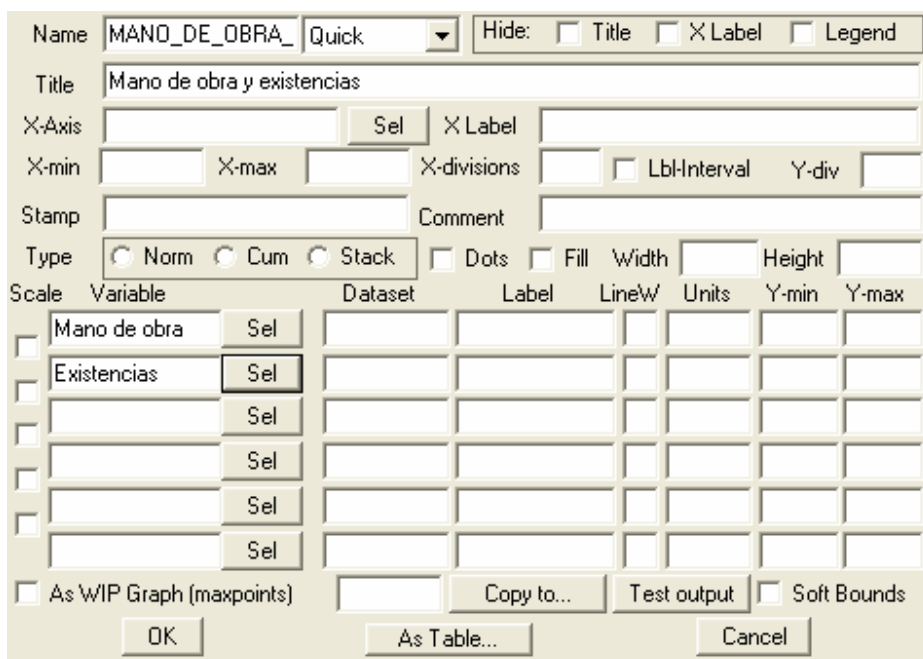


- Teclee Mano de obra y Existencias en la caja de edición del **Título (Title)** del gráfico.

- Usando el ratón, muévase a las cajas de las **Variables** a la izquierda del editor del gráfico y pulse sobre el icono superior etiquetado **Sel**, aparece una caja de diálogo de selección de variable.



- Mueva el cursor hacia abajo en la lista y pulse dos veces en **Mano de obra**.
- Usando el ratón, pulse en el segundo icono abajo llamado **Sel**, aparece una caja de diálogo de la variable seleccionada, mueva el cursor hacia abajo en la lista y pulse dos veces en **Existencias** (o pulse una sola vez y después pulse el icono **OK** para cerrar el diálogo de la variable seleccionada).



- Pulse en el icono de **OK** para cerrar el Editor de Gráficos a Medida.

- Pulse en el icono de **Display (Mostrar)** en el Control de Gráfico para mostrar el Gráfico a Medida.



Crear una Tabla a medida

Las Tablas a medida permiten observar en forma tabular las salidas de las diferentes variables en momentos diferentes.



- Pulse sobre el icono **Panel de control** en la Barra de Herramientas para seleccionar el Panel de control. Pulse en la opción de **Graphs (Gráficos)**

- Pulse en la opción **New (Nuevo)**.

- En el diálogo de gráfico que se abre pulse sobre a opción **As Table... (Como tabla ...)** en la parte inferior. El Editor de Tabla a medida se abrirá.

- Teclee el título Tabla de Mano de Obra y Existencias.

- Pulse sobre el botón **Variable** y seleccione *Mano de obra* y después OK y pulse sobre el botón **Add** (añadir) a la derecha.

- Pulse sobre el botón **Variable** y seleccione *Existencias* y después OK y pulse sobre el botón **Add** (añadir) a la derecha.

El diálogo debe aparecer como

Table Name Output width height

Title

Table Content - drag to reorder

Mano de obra|||

Existencias|||

Time

From to

by (+)

☐ Running down ☐ Don't display

Cell Width

First rest

☐ Scientific Notation

Font -

Highlight:

Variable	Dataset	Label	Format	
				Add

Comment Line

- Pulse en **OK**

Se actualizará la lista de gráficos y tablas disponibles. El nombre de la tabla aparecerá como `Tabla_mano_de_obra_y` (Existencias se trunca). También puede teclear el nombre que desea observar en la lista de la caja de edición de **Nombres de tablas**.

- En el Panel de control haga doble clic en **Tabla_mano_de_obra_y** en la lista. Obtendrá la salida

Tabla de Mano de obra y Existencias			
Time (mes)	0	0.25	0.5
Mano de obra	200	200	200
Existencias	300	300	300

Resumen

Ha utilizado un modelo muy simple en Vensim. Las técnicas usadas para hacerlo son los fundamentos para el análisis de modelos con Vensim. Incluso con modelos muy complicados estas herramientas de análisis tienen un gran poder para ayudar a entender y depurar los modelos en que está trabajando. Los próximos seis capítulos se enfocan en las técnicas para construir modelos. Después de ellos volveremos a hacer más análisis e informarlo sobre temas que constituyen los elementos esenciales cubiertos en este Capítulo.

4 Dibujar los Diagramas Causales

Modelos Vensim

Este capítulo describe los ciclos causales. Los diagramas de ciclos causales son llamados así porque cada conexión muestra una relación causal. Una flecha que va desde A hacia B indica que A causa un efecto sobre B. Estos diagramas son de mucha ayuda en la conceptualización y comunicación de estructuras. Mucha gente los encuentra útiles aún cuando no se acepte el modelo de simulación, y otros sienten que pueden ser perjudiciales si se hacen en forma aislada. Este capítulo se refiere básicamente a la técnica, y es provechoso trabajar con él aún si decide no construir diagramas causales. Los diagramas causales también se conocen como diagramas de influencia.

Los diagramas causales no muestran acumulaciones (niveles o stocks) en el sistema. La construcción de diagramas de flujos y niveles se explica en el Capítulo 5. No obstante, aún cuando la idea sea construir solo diagramas de flujo y nivel, es recomendable comenzar con este capítulo ya que muchas de las técnicas básicas de dibujo son las mismas, y aquí se exponen en detalle.

Es importante notar que tanto los diagramas causales como los de flujo y nivel no son modelos de simulación. Los modelos de simulación, tales como el usado en el Capítulo 3, agregan relaciones algebraicas a todas las variables que aparecen en un diagrama. En el Capítulo 6, “Construyendo un Modelo de Simulación”, se describe como crear un modelo. Si se está usando Vensim Professional o DSS puede omitir la construcción de diagramas y entrar las ecuaciones directamente. Casi todas las personas, no obstante, encuentra más fácil construir modelos en forma de diagrama,

Copyright © 1998-2007 Ventana Systems, Inc.
Traducido al español con autorización
Copyright de la traducción (c) 2007 Juan Martin Garcia

Causal Tracing, Reality Check, Vensim and Ventana
son marcas registradas de Ventana Systems, Inc.

Dibujar los esquemas

Cuando se selecciona una Herramienta de Esquema (Sketch Tool), ésta permanece activa hasta que se seleccione otra herramienta. Una pulsación simple (presionar y liberar) con el botón del ratón selecciona la herramienta para trabajar en el esquema.

La herramienta **Lock (Candado)**  proporciona el cursor estándar. **Lock** puede ser usada para seleccionar objetos del diagrama (los resalta en negro) y para cambiar opciones. Los objetos del esquema no se pueden mover con Lock. Se puede seleccionar esta herramienta presionando la tecla **Esc**, o el número 1 en el teclado.

La herramienta **Move/Size (Mover/Tamaño)**  se usa para mover objetos dentro del esquema, incluyendo la opción de cambiar el tamaño de las variables, cajas y cambiar la forma de las flechas. Las otras herramientas del esquema también permiten mover objetos.

Las herramientas de dibujo de variables (**Variable**  (**Variable Box**  y otras herramientas que se puedan configurar) y los valores preestablecidos para la herramienta **Rate** abren cuadros de edición (para dar nombre a Variables o **Rates (Flujos)** ) cuando se aplican al esquema. La herramienta **Sketch Comment**  abre un cuadro de dialogo.

La herramienta **Arrow (Flecha)**  comienza una flecha. Para hacerlo, sólo es necesario pulsar con el ratón en el centro de la palabra de partida, y finalizar con otra pulsación simple en la palabra de llegada. Las flechas curvas pueden tener un punto intermedio en el esquema, que se logra con una pulsación extra del ratón el punto deseado.

Opciones del ratón

- Si se menciona una pulsación del ratón sin mencionar izquierda o derecha, usar el botón izquierdo (Macintosh, usa el único boton).
- Si se menciona pulsación derecha, con Macintosh, mantener presionada la tecla Control o Apple y pulsar (Ctrl + Click or z + Click).

NOTA: No tratar de dibujar flechas pulsando y manteniendo el botón del ratón mientras se lo arrastra. Esto provocará el desplazamiento de la palabra desde la cual se parte. Los mismo se aplica para los flujos.

Se puede cambiar la apariencia de los objetos del esquema pulsando en ellos con el botón derecho del ratón, lo cual abre un Cuadro de Diálogo.

Construir un Diagrama Causal

Esta sección describe el desarrollo de un diagrama causal de un proyecto de construcción. Un concepto central es la cantidad de trabajo total para hacer en el proyecto. La mayor parte del diagrama se centrará en este concepto. Primero se construirá un diagrama que describe algunos elementos esenciales para dejar un proyecto terminado. Una vista es un esquema del modelo, como la página de un libro. El modelo puede contener múltiples vistas. Después agregaremos otra vista que incorpora más acerca de nuestro conocimiento del sistema.

Modelo Proyecto

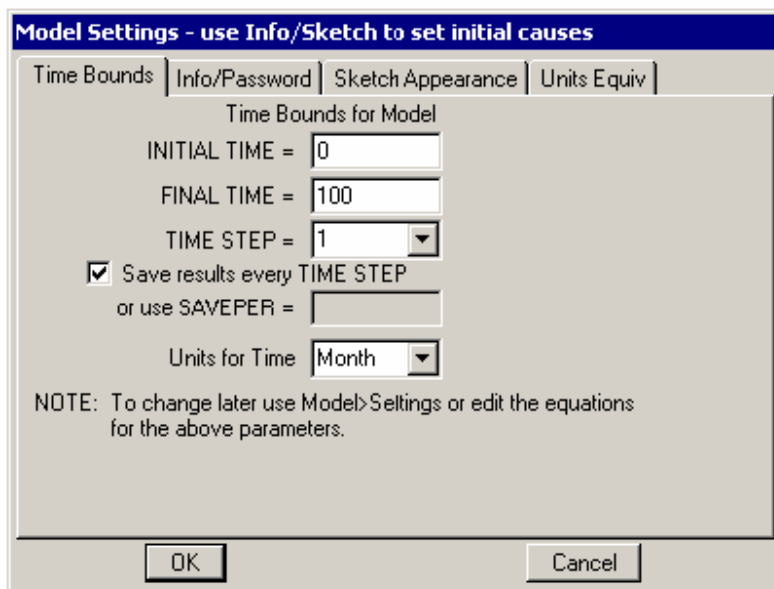
Este modelo describe los ciclos de retroalimentación negativos que son importantes en un proyecto (los conceptos de este proyecto son comunes a todos los proyectos). Los ciclos causales muestran la relación entre la cantidad de *Trabajo a Realizar, horas extras requeridas*, y el efecto del trabajo extra realizado tanto en la cantidad de *trabajo hecho* como en la *fatiga*. La primera versión del modelo supone una mano de obra constante.

- Iniciar el Vensim

Vensim abrirá el último modelo con el que se estuvo trabajando.

- Seleccionar del menú **File-New Model** o pulsar el botón **New Model** de la barra de herramientas.

Se abre el cuadro de diálogo Model Settings:



- Pulsar OK para aceptar los valores preestablecidos

Un diagrama causal no usa Límites de Tiempo, pero la simulación de un modelo los necesita. Todos los modelos de Vensim (incluyendo los diagramas) tienen Límites de tiempo aún cuando no se usen.

- Pulsar el botón **Save (Guardar)** de la barra de herramientas. Seleccionar un archivo del directorio en uso, escribir el nombre Proyecto y pulsar el botón **Save** en el cuadro de diálogo.

Agregar variables

- Pulsar con el botón del ratón en la herramienta **Variable**  (o presionar el número 3 del teclado sobre las letras, no del teclado numérico).
- Pulsar arriba y al medio en la pantalla del esquema y escribir *Trabajo a realizar* en el cuadro de edición, luego presionar **Intro**.
- Pulsar nuevamente y continuar completando el diagrama con las variables que se muestran a continuación.



Mover Objetos en el Esquema

- Seleccionar la herramienta **Move/Size** pulsando en ella (también se puede hacer con el número 2 del teclado). Mover el ratón directamente sobre una variable. Presionar y retener el botón del ratón y arrastrar el ratón. Se abre un cuadro que muestra la nueva posición para la variable. Liberar el botón del ratón y la variable se moverá a la nueva posición.

Es posible mover y reposicionar objetos usando otras herramientas del esquema.

- Seleccionar la herramienta **Variable** nuevamente (pulsar en ella, o presionar el número 3 del teclado). Mover el cursor directamente sobre la variable. Presionar y retener el botón del ratón y luego arrastrar la variable a una nueva posición.

- Retornar las variables a sus posiciones originales.

Ahora que se han ubicado algunas variables importantes se podrán mostrar sus influencias causales.

Agregar Flechas

- Seleccionar la herramienta **Arrow**  pulsando en ella (o presionando el número 5 del teclado). Pulsar una vez en *Trabajo a realizar*. Asegurarse de dejar el botón del ratón suelto sin mover el ratón. Mover el cursor a *horas extras requeridas* y pulsar de nuevo. Una flecha recta une las dos variables.
- Pulsar una vez en *horas extras requeridas*, luego mover el cursor a *Trabajo terminado* y pulsar nuevamente. Una flecha recta une ambas variables.

Pulsadores

Los pulsadores son los pequeños círculos que aparecen en el medio de la flechas en los esquemas Vensim, y en los ángulos de los cuadros y los cuadros vacíos, en el medio de los flujos y en otros lugares. Estos pulsadores permiten redimensionar o mover objetos. Aparecen cuando se entran variables por primera vez, cuando se crean flechas, y cada vez que se selecciona la herramienta **Move/Size**. Los pulsadores pueden ser manipulados por la herramienta **Move/Size** o cualquier otra herramienta de esquema excepto **Lock**.

- Seleccionar la herramienta **Move/Size** para activar los pulsadores.

Flechas Curvas

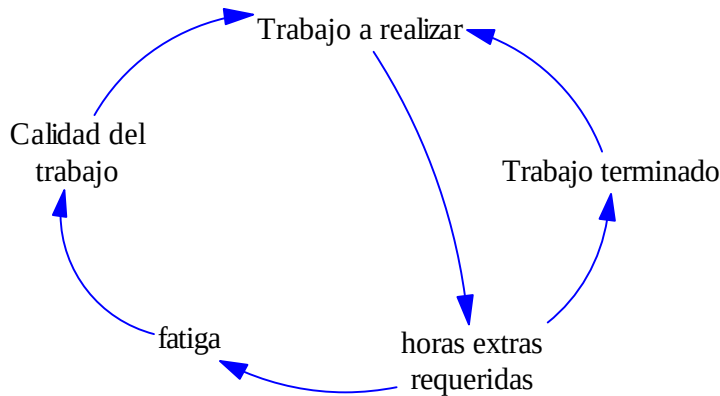
Una manera de hacerlo:

- Posicionar el puntero sobre el pulsador en el medio de la flecha recta que va de *horas extras requeridas* a *Trabajo terminado*. Presionar y mantener el botón del ratón, luego arrastrar el ratón (y la flecha) para curvar la flecha.

Otra manera:

- Seleccionar la herramienta **Arrow**. Pulsar una vez en *Trabajo terminado*, entonces mover el cursor a una posición en blanco dentro del esquema justo encima y a la derecha de *Trabajo a realizar* y pulsar una vez nuevamente. Una flecha unirá las dos variables. Se puede mover esta flecha arrastrando el pulsador (con la herramienta **Arrow** o con **Move/Size**).

- Continuar uniendo las variables con flechas curvas, de acuerdo al diagrama siguiente, ya sea construyendo flechas rectas y moviendo el pulsador para curvarlas, o haciendo una pulsación intermedia en el esquema.



Editar las variables

- Para editar el nombre de una variable, pulsar sobre él con la herramienta **Variable** para abrir el cuadro de edición, luego escribir el nuevo nombre.

Borrar variables

Si se desea borrar una variable del modelo se puede usar **Edit-Cut (Ctrl + X)** o presionar la tecla **Del** del teclado (ambas abren un diálogo), o bien usar la herramienta **Delete**  (la cual borra la variable pero no abre diálogo).

Notar que si se presiona la tecla **Del** o se usa **Edit-Cut** se tendrá (excepto en PLE o PLE Plus), la opción **Remove from this view but do not change model structure** (suprimir de la vista activa pero no cambiar la estructura del modelo). Si se acepta, la variable no aparecerá en el esquema pero todavía será parte del modelo. Esta opción se debe usar con precaución.

- Seleccionar la herramienta **Variable** y pulsar en el esquema, luego escribir el nombre *temporal* y presionar **Intro**.

- Seleccionar la herramienta **Delete** y pulsar en la variable *temporal*.

Deshacer y Rehacer (Undo and Redo)

Si se comete un error mientras se crea un modelo, se pueden usar los comandos **Edit-Undo** y **Edit-Redo** para moverse un paso atrás o adelante. **Ctrl.+ Z** es lo mismo que **Edit-Undo**

y **Ctrl. + Y** lo mismo que **Edit-Redo**. Undo/Redo tiene múltiples niveles que permiten editar más cambios.

Guardar el modelo

- Pulsar el botón **Save** o seleccionar el menú **File-Save** o presionar **Ctrl + S**. Guardar el modelo en el directorio con el cual se está trabajando con el nombre *Proyecto1*.

Los modelos se pueden guardar en formato texto, por defecto, con la extensión .mdl. También se pueden guardar en formato binario usando la extensión .vmf . Los modelos en formato binario pueden ser leídos usando el Vensim Model Reader. También se abren más rápidamente que en formato texto, pero esto raras veces es una ventaja salvo con modelos muy grandes. Ninguno de los modelos de esta guía es lo suficientemente grande como para que se note una diferencia de velocidades.

Modificar diagramas

Los objetos del esquema tienen diversas opciones que se pueden modificar. Estas opciones permiten personalizar el esquema. Existen dos métodos diferentes para cambiar las opciones del esquema:

Pulsar con el botón derecho del ratón en el objeto del esquema (para Macintosh, Ctrl + Pulsar)

Seleccionar el objeto (variable, flecha, etc.) y luego usar la Barra de Estado para cambiar las opciones o atributos del objeto seleccionado.

Seleccionar Objetos del Esquema

Hay varios métodos que permiten seleccionar objetos simples o múltiples:

- Pulsar en un objeto simple con la herramienta **Move/Size**.
- Seleccionar objetos múltiples manteniendo apretado el botón del ratón y entonces mover la herramienta Move/Size (or Lock) hacia una zona del esquema.
- Seleccionar objetos múltiples objetos manteniendo presionada la tecla **Shift** y luego pulsando en cada objeto con la herramienta **Move/Size**.
- Seleccionar todo el esquema con **Edit>Select all** (or **Ctrl + A**).
- Desmarcar objetos que fueron seleccionados manteniendo presionado la tecla Shift y pulsando en cada objeto con la herramienta **Move/Size**.
- Desmarcar todos los objetos pulsando en una zona en blanco del esquema (fuera del rectángulo de selección).

Distribución del Esquema (Layout)

Vensim incluye un menú de instrucciones que ayudan a distribuir el esquema de una forma ordenada. Estas instrucciones permiten redimensionar los objetos a valores predeterminados, alinear los objetos por posicionamiento con respecto un objeto “**last-selected**” (último seleccionado), dimensionar objetos en relación al último seleccionado, y otras más.

Se reordenará el diagrama centrando la mayoría de las variables en relación a *Trabajo a realizar*.

- Seleccionar **Move/Size** pulsando en ella o presionando el número 2.

- Pulsar una vez en *horas extras requeridas* y luego mantener la tecla **Shift** presionada y pulsar una vez en *Trabajo a realizar*. Seleccionar **Layout-Center on LastSel**.

horas extras requeridas se moverá hasta alinearse con el centro de *Trabajo a realizar*.

- Pulsar una vez *Calidad del trabajo* y luego mantener presionada la tecla Shift y pulsar una vez en *Trabajo a realizar*. Seleccionar menú **Layout-Vertical on Last Sel**.

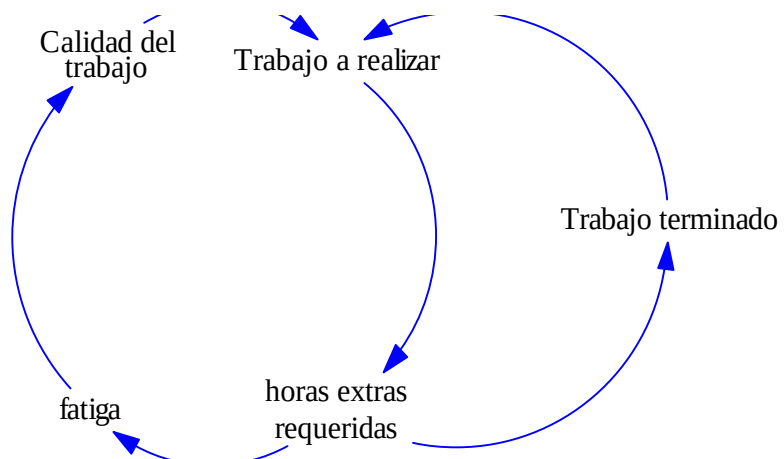
- Pulsar una vez en *fatiga*, mantener presionada la tecla **Shift** y pulsar una vez en *calidad del trabajo*. Seleccionar menú **Layout-Center on LasSel**.

- Pulsar una vez en *fatiga*, mantener presionada la tecla **Shift** y pulsar una vez en *horas extras requeridas*. Seleccionar menú **Layout-Vertical on LasSel**.

- Arrastrar *Trabajo terminado* a la derecha, a mitad de camino en *Trabajo a realizar* y *horas extras requeridas*.

- Mover las flechas para hacer curvas limpias parecidas a un círculo.

El esquema debería ser:

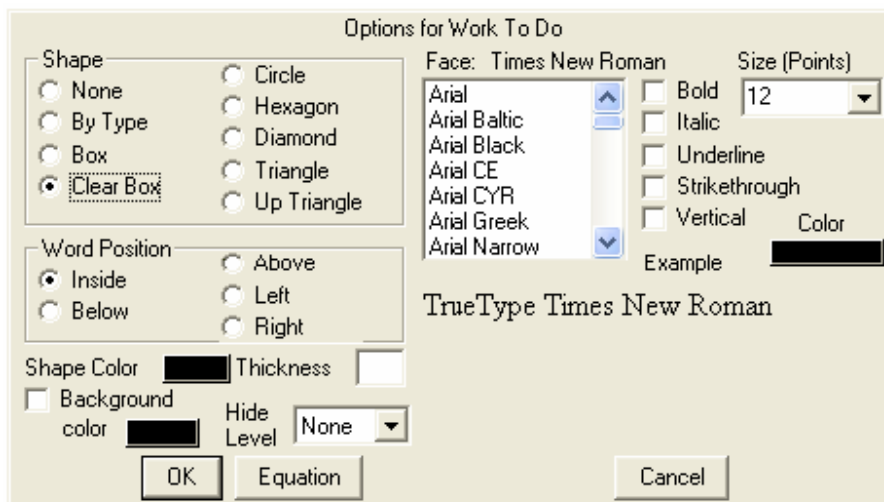


Opciones del esquema

Variables

- Seleccionar la herramienta **Lock**. Usando el botón derecho del ratón, pulsar una vez en la variable *Trabajo a realizar*. Para Macintosh, mantener presionada la tecla Control y pulsar con el botón del ratón (**Ctrl + pulsar**)

Se abre un cuadro de diálogo:



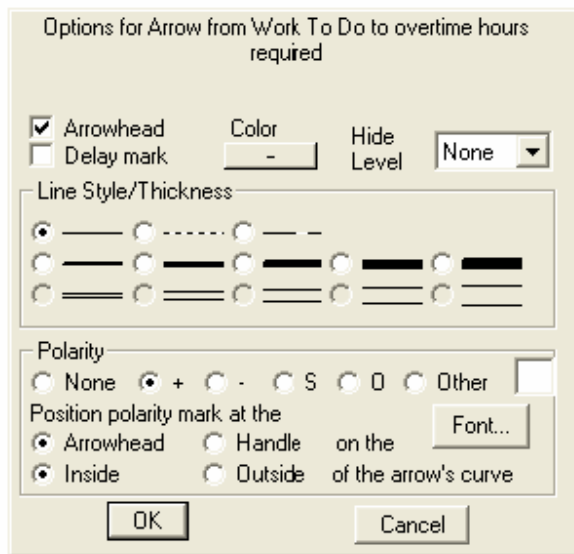
- Cambiar la fuente (font) (por ejemplo Arial), el tamaño, color o cualquier otra cosa, luego pulsar OK.

Notar que en el diálogo de opciones la opción **Word Position** sólo se aplica si la variable tiene una forma (**Shape**) seleccionada (cualquiera excepto **None**)

- Seleccionar el menú **Edit-Select all** o presionar **Ctrl. + A**. Pulsar en el botón **font size** en la barra de Estado en la parte inferior de la ventana (probablemente se lee 12), y elegir un tamaño mayor, por ejemplo 14. Pulsar fuera del cuadro iluminado.

Flechas

- Pulsar con el botón derecho del ratón en la punta de flecha de la flecha que va de *Trabajo a realizar* a *horas extras requeridas*, aparece un cuadro de opciones.



Si *Trabajo a realizar* crece, *horas extras requeridas* también crece, la relación causal es positiva.

- Seleccionar + (bajo **Polarity**) y **Outside** (de la curva de la flecha), pulsar OK.

La polaridad (+) es, por defecto, agregada en la punta de la flecha adentro de la curva.

- Continuar cambiando la polaridad de las flechas de acuerdo con la figura de abajo, seleccionando **Outside** para cada flecha.



Ahora se resaltará el lazo de retroalimentación positivo con flechas más gruesas y coloreadas.

- Seleccionar la herramienta **Move/Size**

- Pulsar una vez en la punta de flecha de la flecha que va de *Trabajo a realizar* a *horas extras requeridas*. Mantener presionada la tecla Shift y pulsar en los extremos de las flechas desde:

- *horas extras requeridas* a *fatiga*
- *fatiga* a *calidad del trabajo*
- *calidad del trabajo* a *Trabajo a realizar*.

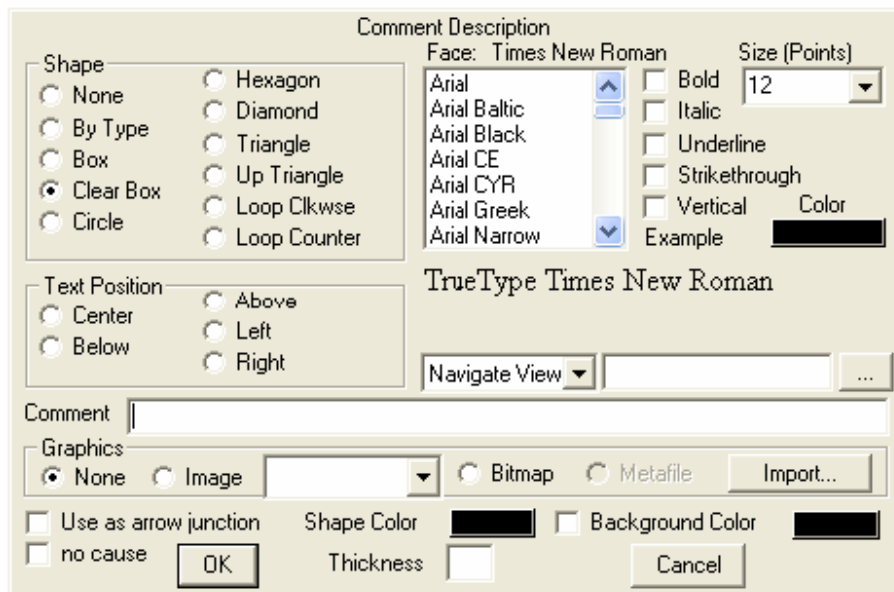
Se resaltarán todos los pulsadores y se mostrará un recuadro punteado alrededor del perímetro de todas las flechas seleccionadas.

- Liberar la tecla Shift.

- En la barra de Estado, buscar el botón con dos flechas de diferentes espesores . Pulsarlo y elegir la quinta línea de arriba abajo. Todas las flechas resaltadas aumentarán su espesor.
- Pulsar en el botón de color inmediato a la izquierda de espesor de flecha (probablemente coloreado azul) y elegir un color diferente (por ejemplo rojo). Pulsar en algún lugar del esquema fuera del cuadro punteado para dejar sin efecto la selección de las flechas.

Agregar comentarios y gráficos

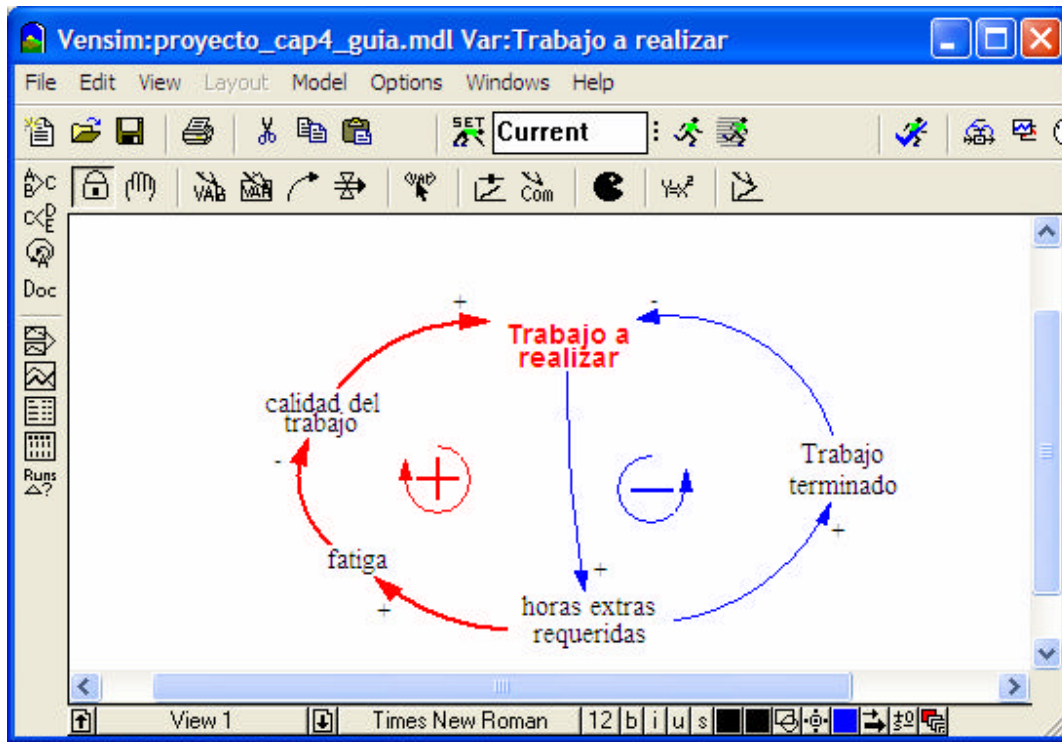
- Si se desea hacer algo de espacio en la parte superior del diagrama, seleccionar la herramienta **Move/Size**, elegir menú **Edit-Select all** (o **Ctrl + A**), luego usando el cursor, arrastrar el diagrama completo más abajo en la vista, para hacer espacio para el título..
- Seleccionar la herramienta **Sketch Comment**. Pulsar en la parte superior del esquema para adicionar el título, aparece el dialogo **Comment**.



- Escribir un título para el esquema (p ejemplo Modelo Trabajo a Realizar). Elegir una fuente, tamaño, color, forma y posición del comentario, luego pulsar **OK**.
- Todavía con la herramienta **Sketch Comment**, pulsar en el esquema en el centro del lado izquierdo del ciclo. Pulsar en la flecha de desplegar el recuadro **Graphics field Image**, y elegir el signo (+) o la imagen de la bola de nieve ; luego del campo **Shape** elegir **Loop Clkwise** (clockwise).
- Pulsar en botón Negro en el medio, inmediatamente a la derecha de la palabra **Color** y pulsar rojo en la paleta de colores que aparece. Repetir esto con el botón etiquetado **Shape color**, y pulsar **OK**. Si fuera necesario, reposicionar la imagen del ciclo y redimensionarlo arrastrando su pulsador. Notar que es posible incluir un bitmap o una metafile desde el teclado.
- Pulsar dentro del esquema en el centro a mano derecha del ciclo. Pulsar en la flecha desplegable en el recuadro **Image** y elegir el signo negativo (-) o la imagen de la balanza , luego en el campo **Shape** elegir **Loop Counter** (contra agujas del reloj), fijar los dos

colores en azul y pulsar OK. Si fuera necesario, reposicionar la imagen del ciclo y redimensionar el ciclo arrastrando su pulsador.

El diagrama debería de ser similar al mostrado a continuación



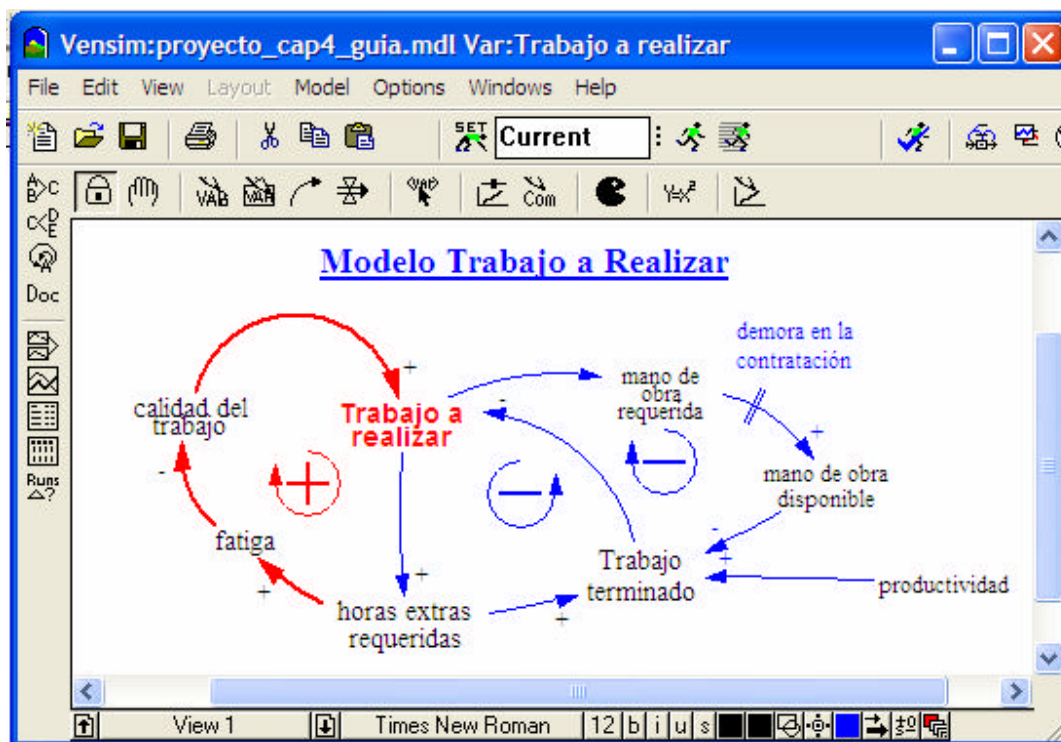
Mejorar el modelo

Se puede ver que *horas extras requeridas* incrementa el *Trabajo terminado*, el cual disminuye Trabajo a realizar (un ciclo de retroalimentación negativo). No obstante, las *horas extras requeridas* también actúan en el ciclo positivo que aumenta el *Trabajo a realizar*. Para hacer este modelo más realista, se puede asumir que se puede modificar la mano de obra a través de contrataciones y despidos. Contratar trabajadores reducirá la necesidad de horas extras y como consecuencia, reducirá la espiral *fatiga / Trabajo a realizar*.

Un ciclo adicional

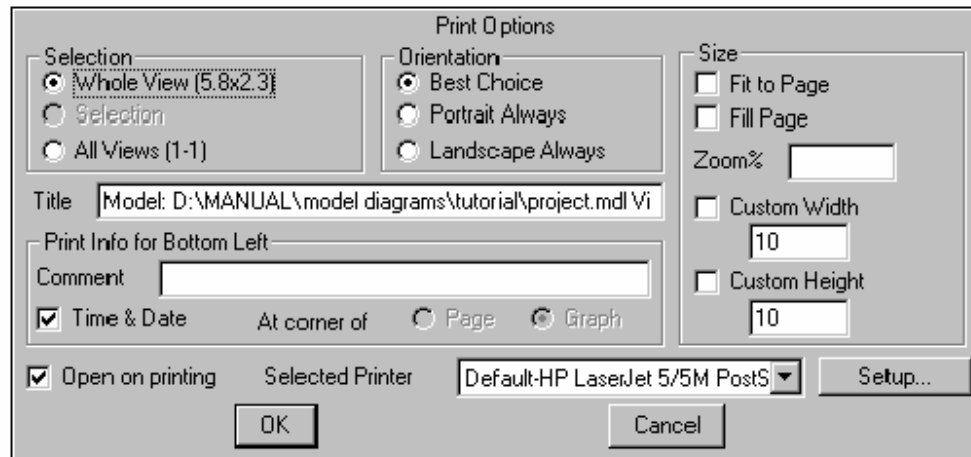
- Seleccionar la herramienta **Move/Size** y mover la variable *Trabajo terminado* más abajo en el esquema. Reformar las flechas desde y hacia *Trabajo terminado*, y mover el símbolo de ciclo negativo, como se muestra en el diagrama abajo.
- Seleccionar la herramienta **Variable**. Pulsar en el esquema y escribir las nuevas variables *mano de obra requerida*, *mano de obra disponible* y *productividad* (presionando Intro después de escribir el nombre de cada variable) como se muestra en el diagrama abajo.
- Seleccionar la herramienta **Arrow** y conectar las variables como se muestra en el diagrama.
- Agregar las polaridades a las flechas. Para las flechas desde *mano de obra requerida* a *mano de obra disponible* pulsar en **Checkbos Delay Marking**.
- Seleccionar la herramienta **Comment** y pulsar a la derecha de la marca de demora agregada. Escribir la frase *demora en la contratación*, seleccionar azul como **Color** y pulsar **OK**. Será necesario moverla un poco para ver los resultados tal como se muestran abajo.
- Seleccionar la herramienta **Move-Size**., pulsar una vez en el símbolo de ciclo negativo para resaltarlo, luego elegir **Edit-Copy** (o **Ctrl. + C**). Seleccionar **Edit- Paste** (o **Ctrl + V**), luego pulsar **OK** o presionar **Intro** en el diálogo para elegir **Replicate**. La nueva imagen aparece pegada arriba de la primera. Arrastrar la copia del ciclo desde la vieja ubicación y ubicarla en el centro del nuevo ciclo de retroalimentación. Pulsar en él con el botón derecho del ratón (Macintosh **Ctrl + pulsar**) y luego bajo **Shape** seleccionar **Loop Clkwse** y pulsar **OK**.

El diagrama finalmente se parecerá a algo así



Imprimir y exportar los esquemas

El esquema se puede imprimir pulsando el botón **Print** o seleccionando menú, **File-Print**.



El diálogo **Print Options** da un número de opciones, de las cuales las más importantes son:

- **Selection** — imprime la vista completa, o imprime la parte de la vista seleccionada, o imprime todas las vistas.
- **Orientation** — **portrait** (vertical) or **landscape** (apaisada)
- **Size** — **fit to page** ajusta la vista a una página simple.
- **Title** — es lo que aparecerá en la parte superior de la página impresa.

El esquema puede ser exportado al portapapeles para su uso en otras aplicaciones usando **Edit-Select all**, o seleccionando un grupo de variables con la herramienta **Lock**, luego seleccionando **Edit-Copy (Ctrl + C)**. Esto exporta la información del esquema al portapapeles como una metafile, la cual se puede pegar luego en otras aplicaciones. Ver el **Capítulo 16** en el **Reference Manual** para más detalles de impresión.

Análisis Estructural de los Diagramas

Herramientas de análisis (Analysis Tools)

Las herramientas de análisis de Vensim se agrupan en dos grandes clases: herramientas para análisis estructural y herramientas para análisis de datos. Las estructurales permiten investigar la estructura del modelo, las de datos permiten investigar simulaciones con conjuntos de datos para determinar el comportamiento de las variables. En esta sección se analizará la estructura del presente modelo. Las herramientas de análisis estructural incluyen **Tree Diagram (Causes Tree/Arbol Causal y Uses Tree/Arbol de influencias)**, **Loops (Ciclos)** y **Document (Listado)**.

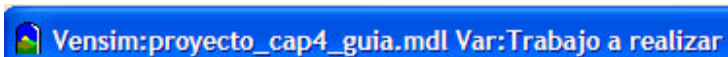
Las herramientas de análisis casi siempre actúan generando información acerca de la variable de trabajo (Workbench Variable). Se puede seleccionar la variable de trabajo por dos métodos. El más fácil es pulsar sobre la variable en cualquier parte donde aparezca. La variable está usualmente en alguna parte de los esquemas, a menos que el modelo esté en modo texto. Se puede también pulsar sobre la variable en una **Output window**, tal como un **Tree Diagram/Arboles causales** o un **Strip Graph/Gráfico de Barras**.

La segunda forma de seleccionar una variable es pulsar en el botón del Panel de Control para abrirlo, seleccionar la solapa **Variable** para abrir **Variable Selection Control**, luego elegir la variable de la lista. La variable de trabajo siempre aparece en la barra de títulos del modelo.

NOTA: si se activa una herramienta de análisis que requiere un conjunto de datos para simulación, y no se tiene un conjunto cargado, se verá el mensaje "**No runs are loaded. Please load runs**"(no hay simulaciones cargadas, por favor cargue simulaciones). Esto indica que necesita ejecutar una simulación. El capítulo 5 describe como construir un modelo de simulación.

- Usar el modelo proyecto_guia.mdl que se ha construido.

- Seleccionar la herramienta **Lock**. Desplazarse a la variable *Trabajo a realizar*, pulsar en ella y seleccionar como **Workbench Variable**. La barra de títulos debería aparecer como:

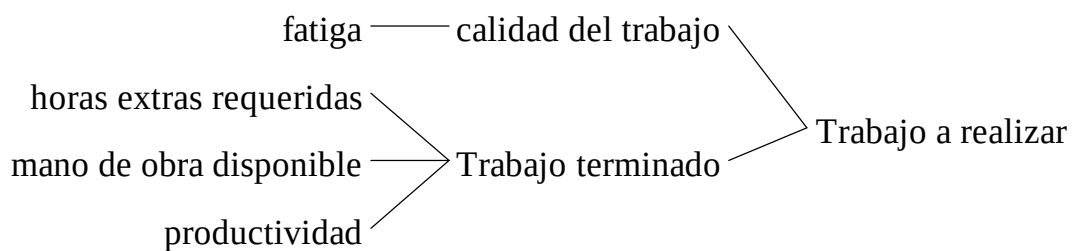


Causal Tracing® con Árboles

Causal Tracing es una herramienta para moverse a través de un modelo siguiendo las causas que determinan que algo cambie. Las herramientas **Causal Tracing Analysis** pueden ser configuradas para ver las causas de una variable o sus consecuencias (la dirección opuesta a causa).

Diagrama Arbol de Causas (Causes Tree Diagram)

- Pulsar en la herramienta Causes Tree. Vemos las causas de *Trabajo a realizar*.



Podemos investigar a través del diagrama viendo las causas de cualquier variable en particular.

- Pulsar en *fatiga*, en el diagrama de árbol, y pulsar de nuevo en Causes Tree:.

Trabajo a realizar — horas extras requeridas — fatiga

Se puede ver que la *fatiga* está determinada o causada por las *horas extras requeridas* y por *Trabajo a realizar*. Se ha trazado todo el camino a lo largo de un ciclo de retroalimentación, empezando y terminando en *Trabajo a realizar*. Veamos que afecta a *mano de obra disponible*.

- Pulsar en *mano de obra disponible*, que aparece en el primer diagrama de árbol del esquema y pulsar **Causes Tree** :

Trabajo a realizar — mano de obra requerida — mano de obra disponible

Se ha trazado otro ciclo de causas, desde *Trabajo a realizar* a través de *mano de obra disponible* y de nuevo a *Trabajo a realizar*.

- Pulsar en *productividad* en alguno de los árboles previos o en el esquema del modelo y luego pulsar en **Causes Tree**.

productividad

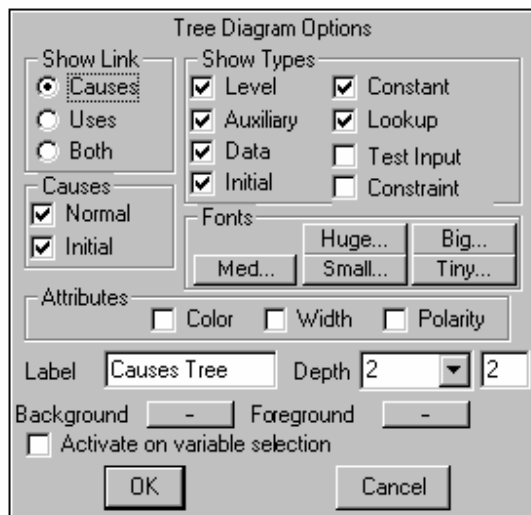
No hay causas para *productividad*, es una Constante o Variable Exógena respecto a este modelo.

NOTA: Se puede volver al esquema creado ya sea pulsando en el, borrando los diagramas de árbol o pulsando en el botón **Build Windows** , o usando la combinación **Shift+Ctrl+Tab**. Si no desea borrar los diagramas de árbol, se puede hacerlos visibles de nuevo pulsando en el botón **Output Window**  y circulando entre ellos pulsando de nuevo en este botón o usando la combinación **Ctrl. + Tab**.

Opciones de las Herramientas de Análisis (No en PLE o PLE Plus)

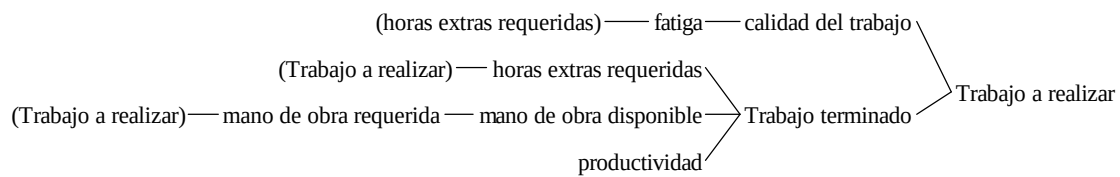
El conjunto de herramientas de análisis para Vensim PLE o PLE Plus es fijo. En otras configuraciones de Vensim las herramientas de análisis tienen opciones que permiten mostrar información diferente acerca del modelo. Para mirar con más detalle el modelo, se puede fijar el diagrama de árbol a diferentes profundidades.

Pulsar usando el botón derecho del ratón (o **Ctrl. + Pulsar**) en la herramienta **Causes Tree**. Se abre el diálogo **Tree Diagram Options**:



- Pulsar en la flecha desplegable en el recuadro **Depth** y seleccionar 6, luego pulsar **OK**.

- Pulsar en la variable *Trabajo a realizar*. Pulsar en **Causes Tree**. Se verán las causas de *Trabajo a realizar* con un detalle de hasta 6 causas:



Notar que *Trabajo a realizar* y *horas extras requeridas* están encerradas entre paréntesis y terminan el diagrama antes de que se alcance un detalle de 6 causas. Los paréntesis indican que esta variable aparece en alguna otra parte de este mismo diagrama, y por lo tanto hay un lazo de retroalimentación dentro de este diagrama.

Activación automática de Herramientas (No en PLE o PLE Plus)

Cuando se efectúa el trazado de muchas estructuras, puede ser útil tener la herramienta de análisis activa siempre que se selecciones una nueva variable como variable de trabajo.

- Pulsar con el botón derecho del ratón (o **Ctrl + Pulsar**) en **Causes Tree**.

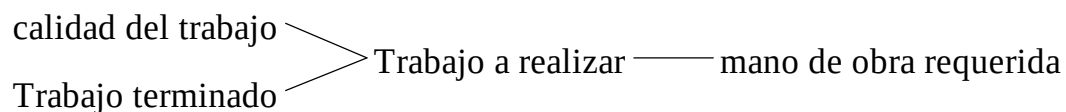
Se abre el cuadro de diálogo Tree Diagram Options (ver más arriba)

- Pulsar en la flecha desplegable en el recuadro **Depth** y seleccionar 2.

- Pulsar en el recuadro de control **Activate on variable selection**, luego pulsar OK.

- Pulsar en la variable *mano de obra requerida*, que aparece en el árbol de causas.

Se genera automáticamente un árbol de causas..



- Pulsar con el botón derecho del ratón (o **Ctrl + Pulsar**) en **Causes Tree**.

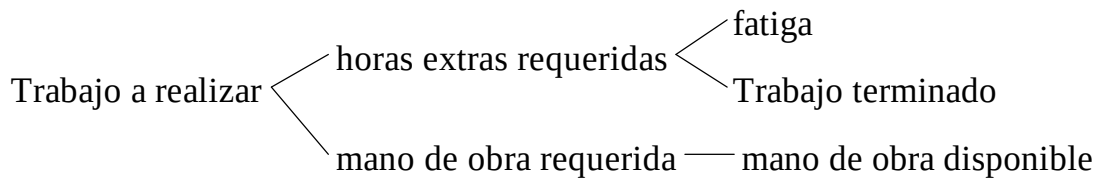
- Pulsar en el cuadro de control para desmarcar *Activate on variable selection*, luego pulsar OK.

Diagrama de árbol de influencias

Ahora se verá el **Uses Tree diagram**

- Pulsar en *Trabajo a realizar* para seleccionarlo como variable de trabajo.

- Pulsar la herramienta **Uses Tree**.



Influencias es lo opuesto de causas, se verá la manera en que Trabajo a realizar influye en la estructura.

Herramienta Ciclos

Se verá ahora una herramienta que busca ciclos de retroalimentación: **Loops**.

- Asegurarse de que *Trabajo a realizar* es todavía la variable de trabajo (observar la barra de títulos)

- Pulsar en Loops. Trabajo a realizar está en tres ciclos:

Loop Number 1 of length 2

Trabajo a realizar
 horas extras requeridas
 Trabajo terminado

Loop Number 2 of length 3

Trabajo a realizar
 mano de obra requerida
 mano de obra disponible
 Trabajo terminado

Loop Number 3 of length 3

Trabajo a realizar
 horas extras requeridas
 fatiga
 calidad del trabajo

Herramienta Documento

Esta herramienta proporciona una descripción de tipo textual de algunos aspectos del modelo. En Vensim PLE y PLE Plus la herramienta documento mostrará la información de todas las variables del modelo. En otras versiones, se puede establecer opciones para mostrar diferentes cosas del modelo, pero por defecto sólo se muestra la variable de trabajo.

- Pulsar en la herramienta **Document**

Las diferentes variables están numeradas y se muestran en orden alfabético. Se notará que las variables FINAL TIME, INITIAL TIME, SAVEPER y TIMESTEP también aparecen

en el documento aún cuando no se definieron en el modelo. Estas cuatro variables se usan en el control de las simulaciones y son parte de todos los modelos, aún cuando sean sólo diagramas causales.

```
calidad del trabajo=A FUNCTION OF(calidad del trabajo,fatiga)
Units: **undefined**
```

```
fatiga =A FUNCTION OF(fatiga,horas extras requeridas)
Units: **undefined**
```

```
FINAL TIME = 100
Units: Month
The final time for the simulation.
```

Otras configuraciones

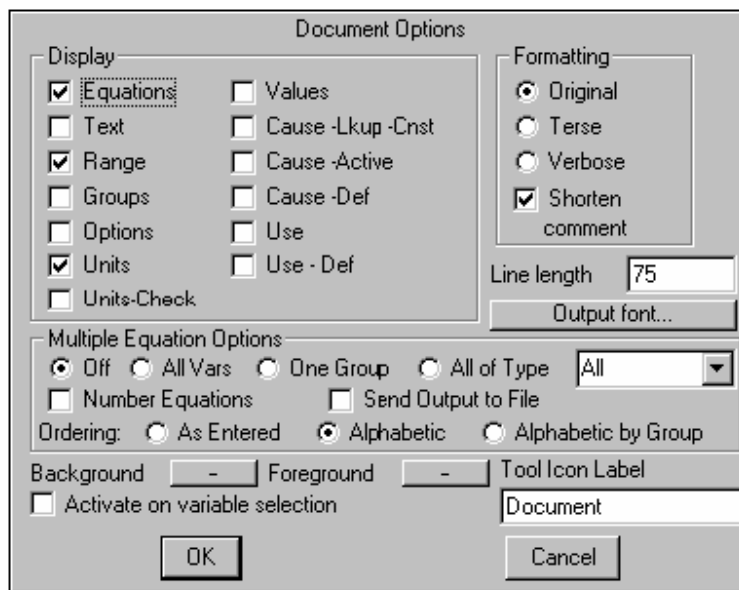
Primero, examinaremos la variable de trabajo:

- Asegurarse que *Trabajo a realizar* es todavía la variable de trabajo.
- Pulsar en **Document**.

```
Trabajo a realizar=A FUNCTION OF(Trabajo a realizar,calidad del trabajo,Trabajo
terminado)
Trabajo a realizar=Units: **undefined**
```

La salida muestra una descripción textual de las ecuaciones y definiciones de la variable *Trabajo a realizar*. A continuación, documentaremos el modelo completo cambiando las opciones para la herramienta **Document**.

- Pulsar con el botón derecho del ratón (o **Ctrl + Pulsar**) en **Document**.



- En el campo **Display**, desmarcar los recuadros **Range** y **Units**. En el **Multiple Equation Option**, pulsar la opción **All Vars**. Pulsar OK.

- Pulsar en la herramienta **Document**.

Se genera una descripción del modelo completo. Si se mantiene la vista de salida del documento (del ejercicio de arriba) abierta, la salida se agrega a esta pantalla. Si se la cierra, se genera una nueva ventana que contiene la información. Notar que los límites temporales del modelo se incluyen, aun cuando no es un modelo de simulación.

Guardar los conjuntos de Herramientas de Análisis (No en PLE o PLE Plus)

NOTA: Cuando se cierra Vensim, se verá un mensaje que pregunta **“Do you want to save the current toolset” Yes-No-Cancel** (desea guardar las herramientas activas, Si-No-Cancelar)

- Pulsar No si se desea mantener las características por defecto (default.vts)

- Si desea guardar la herramientas con los nuevas características implementadas, pulsar **Cancel**, seleccionar del menú **Tools-Analysis Toolset-Save As**, y escribir un nuevo nombre para este conjunto de herramientas, luego pulsar **Save**.

5 Diagrama de Flujos

El Diagrama de Flujos es una forma de representar la estructura de un sistema con información más detallada de la que se emplea en un Diagrama Causal. El estado de los Niveles es fundamental para comprender la conducta de un sistema; los Flujos son las causas que los hacen cambiar. La definición de los Niveles y los Flujos es el primer paso para la construcción de un modelo de simulación porque ayudan a definir los tipos de las otras variables que son importantes causas de la conducta observada. Construiremos un diagrama que describe las relaciones entre el conocimiento de un producto y el número de clientes y los clientes potenciales.

Copyright © 1998-2007 Ventana Systems, Inc.
Traducido al español con autorización
Copyright de la traducción (c) 2007 Juan Martin Garcia

Causal Tracing, Reality Check, Vensim and Ventana
son marcas registradas de Ventana Systems, Inc

Construir un diagrama

- Ponga en marcha Vensim.
- Pulse en la opción **New Model** (Nuevo Modelo) o bien seleccione **File > New Model** y luego pulse **OK** en el menú Model>Settings para aceptar los valores por omisión
- Pulse la opción **Save** (Guardar) en la Barra de herramientas. Escoja el directorio *guide/chap05* y luego guárdelo como *clientes_guia* o con cualquier otro nombre que prefiera.

Crear los Niveles

Los niveles reciben también el nombre de acumulaciones o variables del estado. Los niveles cambian sus valores acumulando o integrando los flujos. Esto significa que los valores de los niveles cambian continuamente con el tiempo aún cuando los flujos cambien discontinuamente. Los flujos modifican el valor de los niveles. El valor de un flujo no depende de sus valores anteriores; a diferencia de los niveles en un sistema, que junto con las influencias externas determinan los valores de los flujos. Los conceptos o las variables intermedias son denominados como variables auxiliares y, como los flujos, pueden cambiar instantáneamente en respuesta a cambios en los niveles o influencias eternas.

Cuando construya un Diagrama de Flujos identifique qué variables presentan acumulaciones a lo largo del tiempo. Otra forma de enfocar este punto: si el tiempo se congelase o redujese a cero para el sistema, ¿qué variables serían diferentes de cero? Por ejemplo, en el sistema donde echa agua en un vaso, el agua contenida en el vaso es el nivel. Si congela el tiempo, el echar (un flujo) pararía, pero vería todavía una cantidad de agua en el vaso (un nivel). Una vez que ha identificado los niveles ya puede identificar los flujos que son las entradas y salidas, y las variables auxiliares. La construcción de un modelo tiende a ser iterativo. No trate de conseguirlo bien al primer intento, siempre puede modificar algunos aspectos más tarde.

En el caso que trabajamos aquí los niveles son *Clientes* y *Clientes Potenciales*.

- Escoja el icono **Box Variable (Caja)**  y pulse una vez en la pantalla. Escriba *Clientes potenciales* y pulse Intro.

- Con el icono Caja todavía activo, pulse en la pantalla a unos 5 centímetros a la derecha de *Clientes potenciales*, escriba *Clientes*, y pulse Intro.

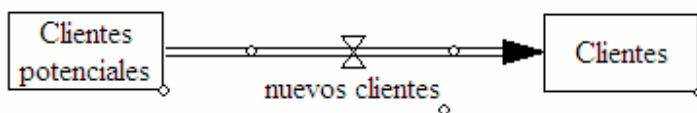
Crear los Flujos

- Seleccione el icono de **Flujo** . Pulse una vez (pulse y libere el botón de ratón) encima de *Clientes potenciales*, después mueva el cursor encima de *Clientes* y pulse una vez más. Escriba el nombre *nuevos clientes* en la ventana que se abre y pulse Intro.

El flujo tiene una sola dirección, indicando la dirección que la materia pueden fluir (el flujo sólo puede hacer aumentar el nivel). Esto es sólo un dibujo, en un modelo de simulación la ecuación gobierna la dirección que esa materia puede fluir. Sin embargo, nosotros podemos utilizar el dibujo para indicar si el flujo está pensado tener un solo sentido o bien dos.

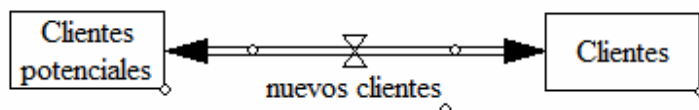
- Seleccione el icono **Move/Size (Mueve/Tamaño)**.

Cuándo se hace esto observará que los tubos tienen pequeños círculos en su centro.



- Pulse (o Ctrl + pulse) en el pequeño círculo a la izquierda de la válvula . Pulse en la opción de **Arrowhead (Cabeza de Flecha)**. Pulse en **OK**.

Ahora se observa un flujo de dos direcciones:



Este dibujo implicaría que los nuevos clientes pueden ser positivos o negativos. Nosotros no queremos que ocurra esto.

-Seleccione **Edit > Undo Options (Escribir> Deshacer las Opciones)** del menú o utilizar el Ctrl + Z para deshacer el último cambio. El flujo volverá a una dirección.

Configurar la herramienta del Flujo (no PLE ni PLE Plus)

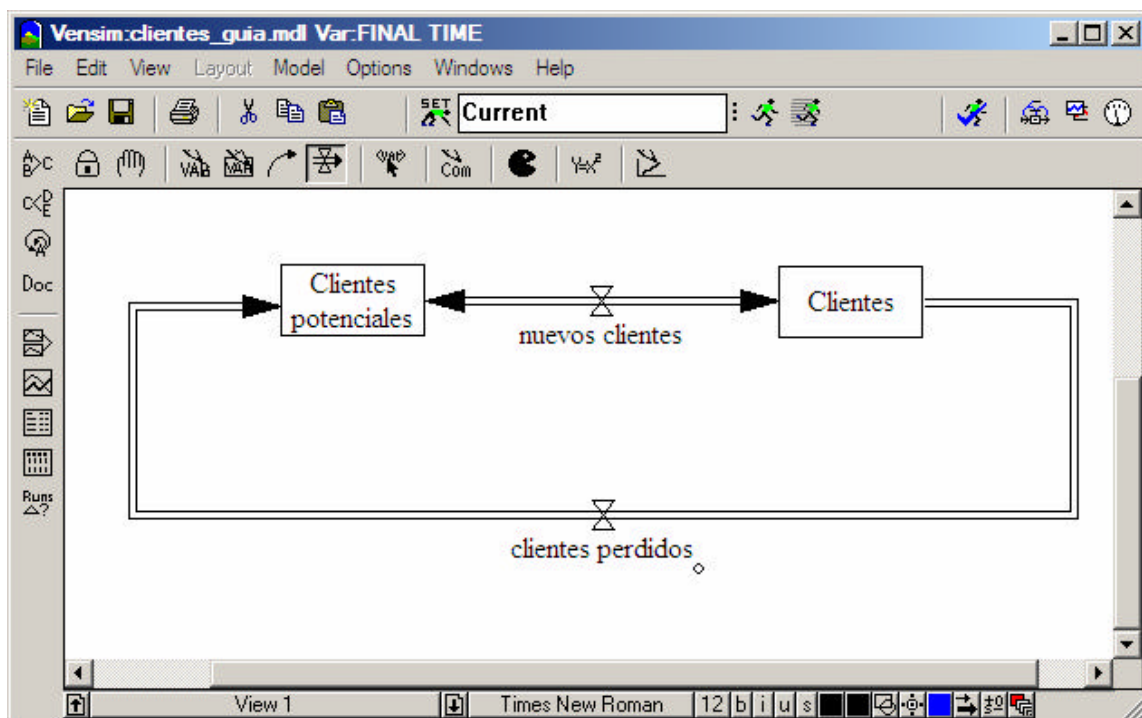
Se puede modificar la conducta por omisión del icono de dibujo del **Flujo** para que siempre empiece con dos flujos pulsando el botón derecho en el icono del **Flujo** y desactivar la opción de **One Way Flow** (desactivar el flujo de un solo sentido). Para la mayoría de los

modelos, sin embargo, los flujos de doble dirección son relativamente poco frecuentes y es más fácil cambiarlos cuando se producen como comentamos antes.

Curvar las tuberías de los Flujos

- Pulse una vez en *Cientes*, después pulse y mantenga así la tecla de mayúsculas y mueva el cursor 1 cm a la derecha de *Cientes* y pulse una vez. Continúe pulsando la tecla de mayúsculas para todas las operaciones siguientes. Mueva el cursor hacia abajo unos 3,5 cm (debajo y a la derecha de *Cientes*) entonces pulse una vez. Mueva el cursor a la izquierda unos 2 cm a la izquierda y debajo de *Cientes Potenciales* y pulse una vez. Mueva el cursor directamente arriba a la izquierda de *Cientes Potenciales* y pulse una vez. Siga adelante a *Cientes Potenciales* y haga clic una vez dentro de la caja. Libere la tecla de mayúsculas. Escriba el nombre del flujo *clientes perdidos* y pulse Intro.

El dibujo debe de ser similar a este:



Añadir Variables Auxiliares y Flechas

- Pulse el icono **Variable**. Pulse una vez a la izquierda y debajo de *nuevos clientes* después escriba *plazo para ser cliente* y pulse Intro.

- Pulse una vez a la derecha y debajo de *clientes perdidos* y escriba *vida del producto* y pulse Intro.

- Seleccione el icono **Flecha**. Pulse una vez en *Clientes Potenciales*, después pulse una vez en una zona en blanco del dibujo entre *Clientes Potenciales* y *nuevos clientes*, después pulse una vez en la válvula conectada a *nuevos clientes*.

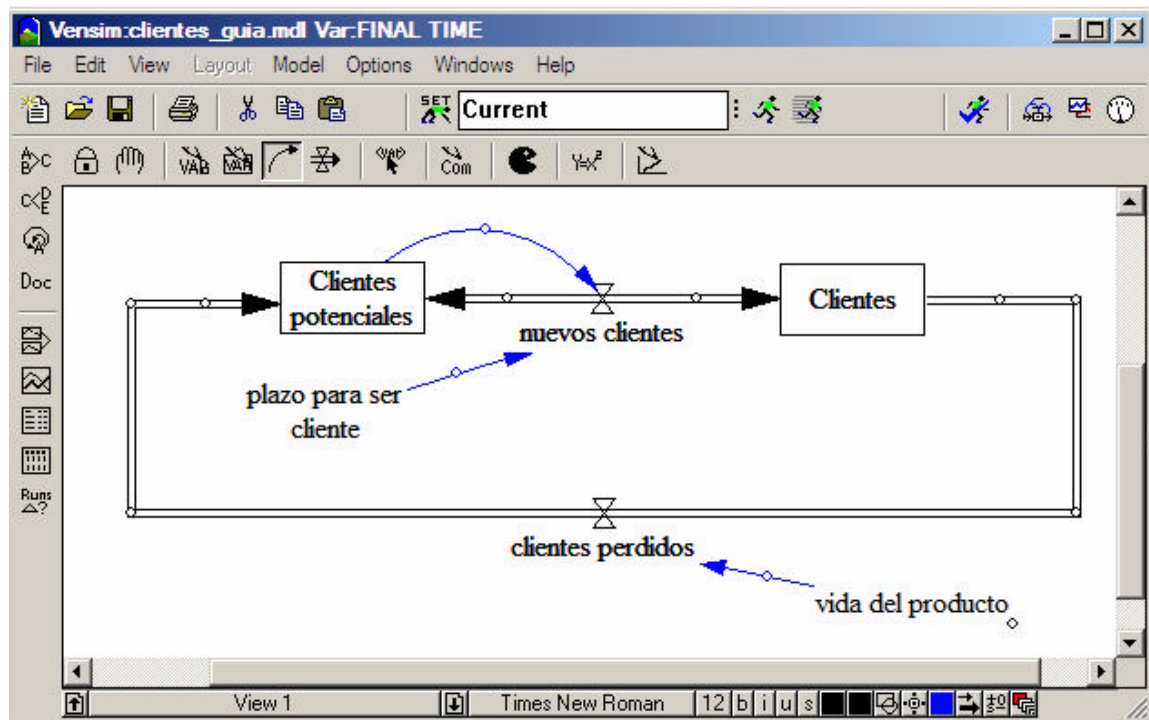
Una flecha curva unirá el nivel y la válvula del flujo. Vensim le permite conectar las flechas al nombre del flujo o bien a la válvula del flujo. El nombre del flujo y la válvula son estructuralmente lo mismo.

- Pulse una vez a *plazo para ser cliente* después una vez en el nombre del *flujo nuevos clientes*.

- Pulse una vez en *Clientes* y después una vez en la válvula conectada al flujo que sale de *Clientes*.

- Pulse una vez en *vida de producto* y después una vez en el nombre del flujo que sale de *Clientes*.

Su dibujo debe parecerse a este:



Más estructura

- Seleccione el icono **Box (Caja)** y pulse en la pantalla aproximadamente unos 5 cm encima del nivel de *Clientes Potenciales*. Escriba el nombre *Conocimientos* y pulse Intro.

- Pulse en el icono **Rate (Flujo)**. Pulse una vez en una parte vacía del dibujo a unos 5 cm a la izquierda del nivel de *Conocimientos*. Coloque el cursor sobre *Conocimientos* y pulse una vez sobre este nivel. Escriba en el nombre *incremento* en la caja de edición y pulse Intro.

Aparecerá el flujo de *incremento* entre el nivel y una nube. La nube define los límites del modelo; no prestamos atención de donde viene esa materia o lo que sucede si la materia entra en una nube.

- Pulse una vez en el nivel de *Conocimientos*. Mueva el cursor a una parte vacía del dibujo a unos 5 cm a la derecha de *Conocimientos* entonces pulse una vez. Pulse el nombre del flujo *pérdida* en la caja de edición, y después pulse Intro.

- Pulse el icono **Variable (Variable Auxiliar)**. Pulse en el dibujo debajo y a la izquierda del flujo de *incremento* y escriba el nombre *eficacia de la publicidad* pero no pulse Intro (deje el menú de edición abierto).

- Pulse otra vez en el dibujo un poco debajo de *eficacia de la publicidad* y escriba *clientes de referencia*.

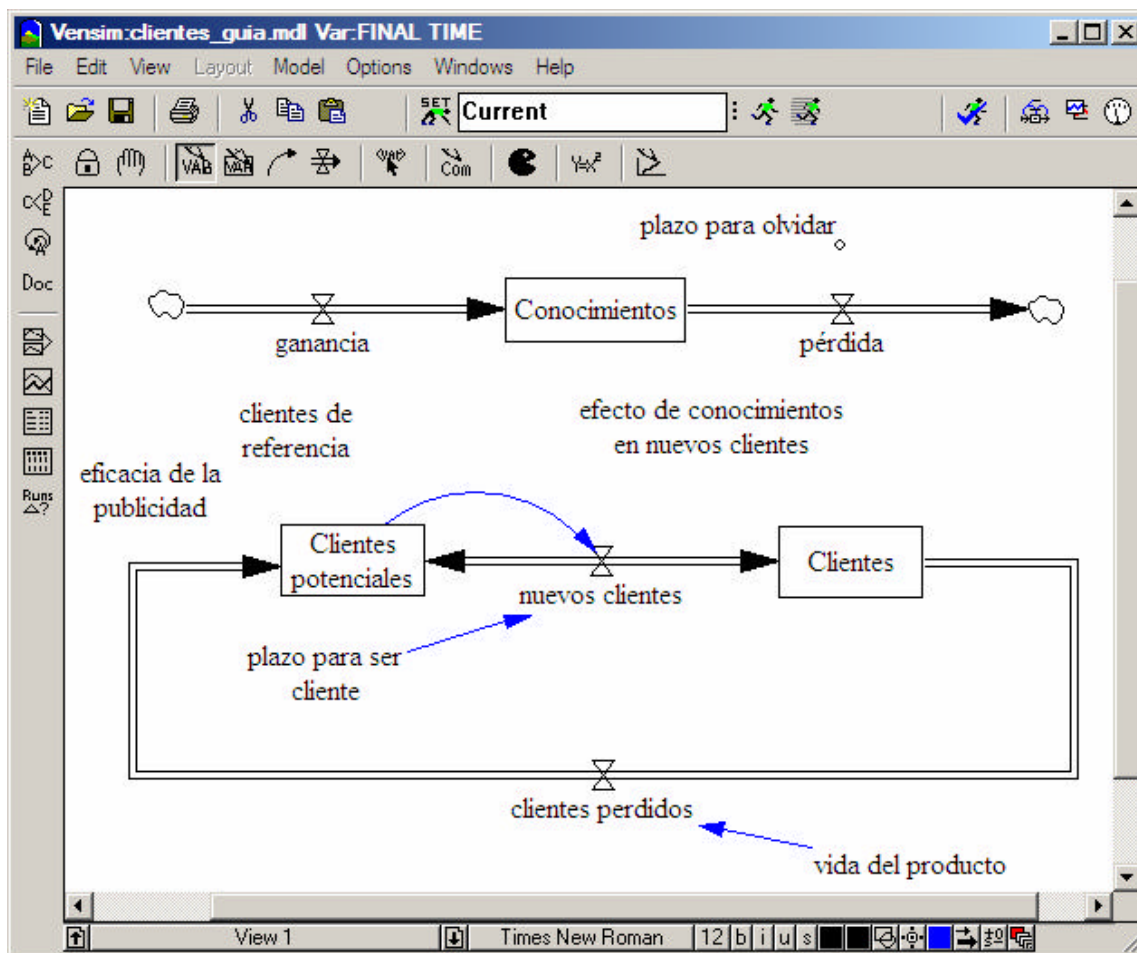
- Pulse otra vez en el dibujo justo encima del flujo *pérdida* y escriba *plazo para olvidar*.

Observe cómo puede entrar en múltiples variables pulsando en el dibujo sin pulsar Intro.

- Pulse otra vez en el dibujo entre *Conocimientos* y *nuevos clientes* y escriba *efecto de conocimientos en nuevos clientes* y pulse Intro.

- Si se queda sin el espacio en la pantalla puede mover todo el modelo alrededor de la página. Seleccione la opción **Edit>Select All (Escribir> Escoger Todo)** (o pulse Ctrl + A) y mueva el modelo alrededor de la página (no puede hacer esto si está activo el icono de **Candado**, en este caso utilice la opción **Move/Size (Mueve/Tamaño)**). Pulse fuera del modelo para dejar de seleccionarla.

Su dibujo ahora debe de ser similar a:

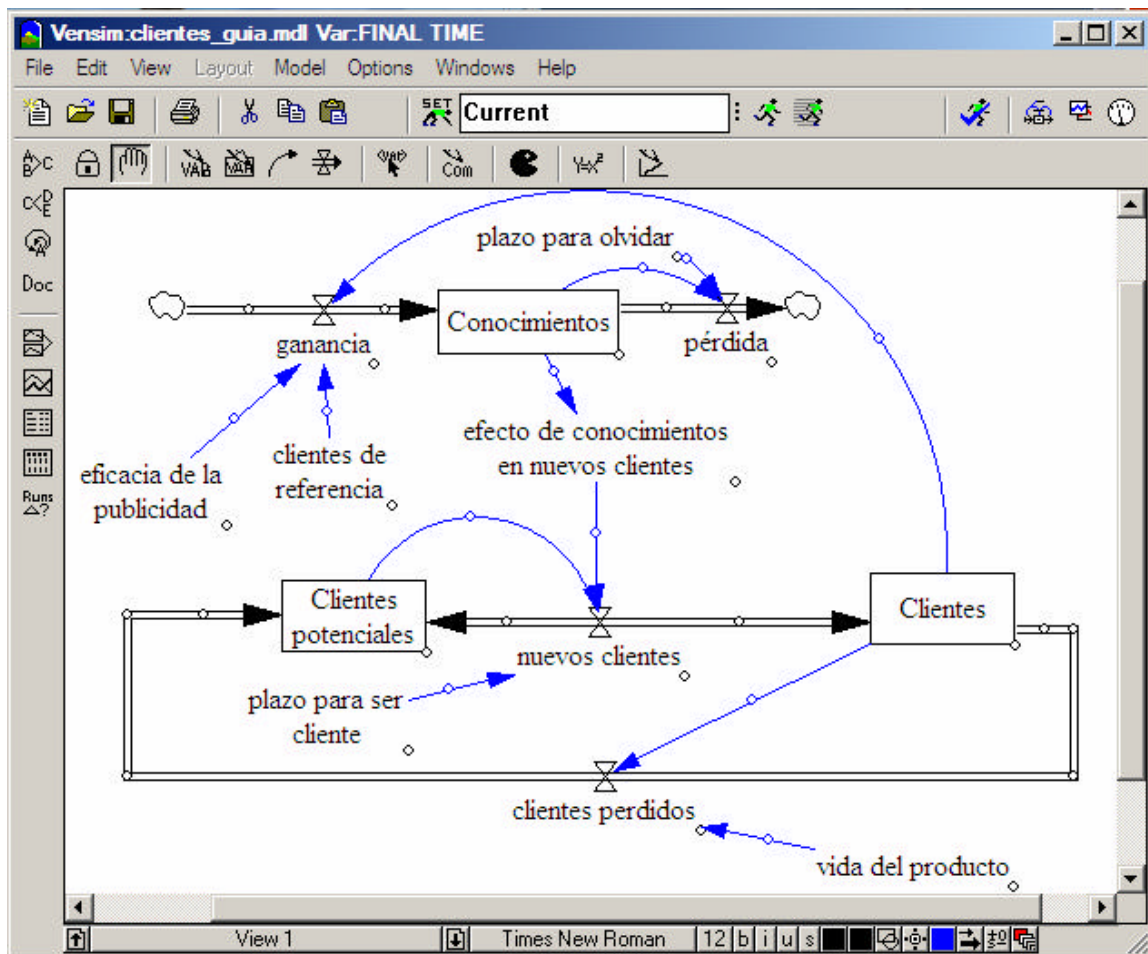


- Pulse en icono **Arrow (Flecha)**. Pulse una vez en *eficacia de la publicidad* y una vez en *ganancia*.
- Pulse una vez en *clientes de referencia* y una vez en *ganancia*.
- Pulse una vez en *Conocimientos* y una vez en una parte en blanco del dibujo encima y entre el *Conocimientos* y *olvidar*, entonces pulse una vez sobre la válvula conectada a *olvidar*.
- Pulse una vez en *plazo para olvidar* y pulse una vez en la válvula de *olvidar*.
- Pulse una vez en *Conocimientos* y una vez en el *efecto de conocimientos en nuevos clientes*.
- Pulse una vez en *efecto de conocimientos en nuevos clientes* y una vez en la válvula de *nuevos clientes*.

- Pulse una vez en *Clientes* y una vez en una zona en blanco del dibujo encima de la nube del flujo *olvidar*, y pulse una vez en *ganancia*.

- Mueva las variables en la pantalla y los pequeños círculos de las flecha con el icono **Move/Size (Mueve/Tamaño)** si necesita ordenar mejor el dibujo.

Su dibujo ahora debe ser completo y ser similar al siguiente:



- Pulse el icono **Save (Guardar)** en la Barra de herramientas para guardar su trabajo.

Personalizar diagramas

Los diagramas o esquemas pueden ser personalizados de diferentes maneras. La norma para esquemas de Vensim es mostrar los niveles (acumulaciones) como una caja, con el nombre dentro de la caja. Los flujos se muestran con el nombre de la válvula de forma explícita, aunque a veces un flujo no tiene nombre (se muestra sólo una válvula). Las variables auxiliares, las constantes, tablas, los datos variables (externos), etc. se muestran sólo con su nombre. Esta sección describe algunas opciones para personalizar esquemas.

Opciones de la pantalla

- Seleccione el icono **Move/Size (Mueve/Tamaño)**. Pulse en el círculo pequeño del nivel *Conocimientos* (el círculo pequeño en la esquina inferior derecha de la caja) y arrástrelo hasta que la caja sea un poco más grande.

- Pulse una vez en el nivel de los *Clientes Potenciales* para seleccionarlo, después pulse la tecla de mayúsculas y pulse una vez en *Clientes* y una vez en *Conocimientos*. Seleccione el menú **Layout>Size to LastSel (Disposición de menú> tamaño a última selección)**.

- Seleccione el icono **Edit>Select all (Escribir> Escoge todo)** (o Ctrl + A). Pulse en el botón para poner el color de las flechas en la Barra de la Posición (encuentre este botón pulsando encima de cada botón hasta que aparezca el texto “set color on selected arrows” (el color del conjunto en flechas escogidas). Escoja un color (por ejemplo, rojo) entonces pulse en el dibujo fuera de la caja de la selección.

Observe que han cambiado tanto las flechas como los flujos. Si quiere cambiar las flechas y los flujos de forma independiente debe seleccionar cada tipo de forma individual. Puede hacerlo con las opciones **Edit>Or Select>Information Arrows** y **Edit>Or Select>Rates (Edición>Or Selección>Flecha de información y Edición>Or Selección>Flujos)** o pulsando la tecla de mayúsculas y haciendo pulsando en cada uno de los flujos o de las flechas individualmente.

- Pulse en *Conocimientos*, mantenga pulsada la tecla de mayúsculas y pulse en *Clientes* y *Clientes Potenciales*. En la Barra de la Posición, pulse en **b** para seleccionar **bold** (negrita) (cambia a B), y si lo desea, cambie el color de las variables y la caja de color (también se puede localizar en la Barra de la Posición).

- Pulse la tecla Esc o el número 1 en el teclado para volver a activar el **Candado** (o pulse en el icono de **Candado**).

Aspecto de las variables

Podemos cambiar el aspecto de una variable individual haciendo pulsando sobre ella con el botón derecho del ratón y escogiendo una nueva forma en el cuadro de diálogo de Opciones.

- Pulse con el botón derecho del ratón en la variable *vida del producto*.



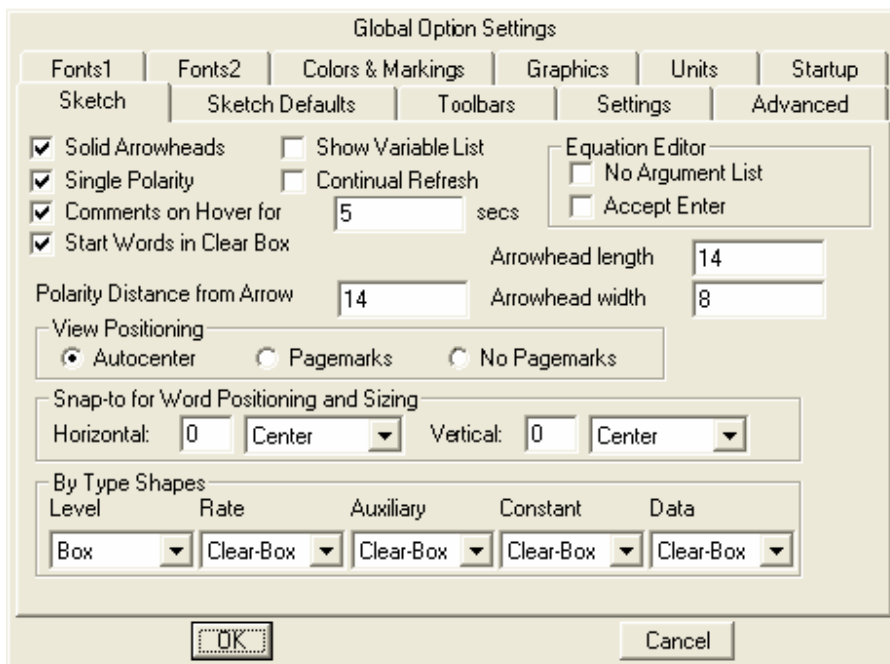
- En el cuadro de diálogo de Opciones, escoja la opción **Circle (Círculo)** en la zona de la **Shape (Forma)**, pulse **Below (Abajo)** en la zona **Word Position (Posición de palabra)** y **OK**.

Una manera alternativa para hacer esto es pulsar en la variable con el icono de **Candado** o el **Move/Size (Mueve/Tamaño)** activo, después seleccione una forma del icono **Surround Shape (Forma)** en la Barra de la Posición.

Opciones predefinidas de dibujo (no PLE ni PLE Plus)

En el menú de opciones **Tools>Option (Instrumentos> Opciones)**, hay un botón para **Shape (Forma)** marcada **By Type (Por tipo)**. Si escoge esta opción, el aspecto resultante se obtiene de las opciones escogidas en el menú Global Options (Opciones globales). Vamos a consultar pero no modificar las opciones de dibujo predefinidas.

- Seleccione el menú **Tools>Options (Herramientas>Opciones)** después pulse en la opción **Sketch (Dibujo)**



Observe el grupo **By Type Chapes (Por tipo)** con cajas que se muestran hacia abajo para los diferentes tipos de variables de Vensim.

- Pulse el botón **Cancel**.

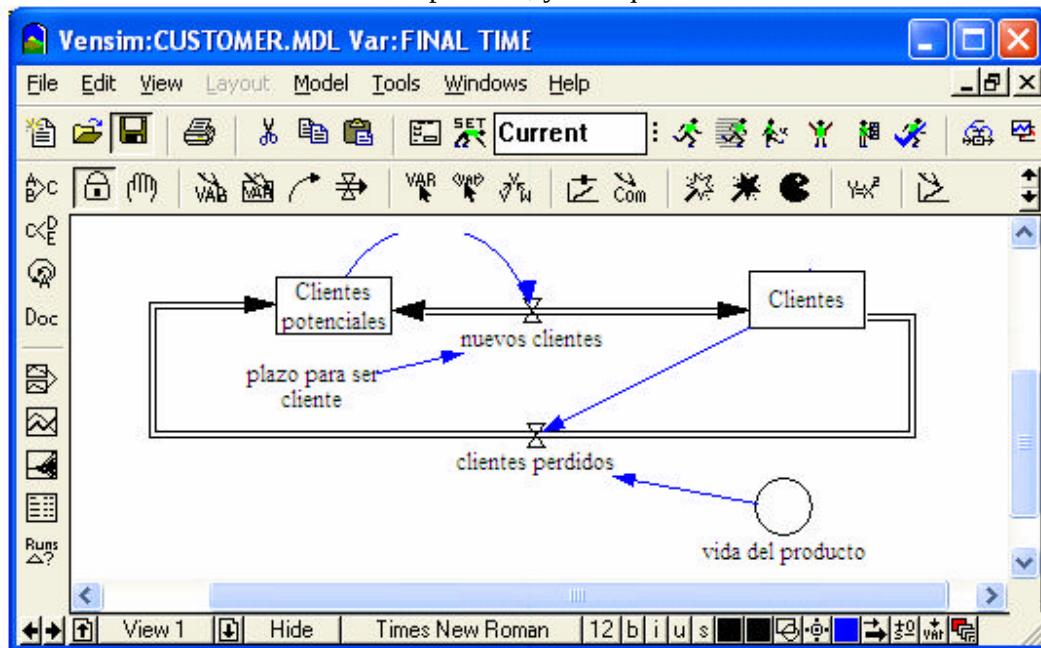
Puede cambiar también el aspecto con la opción **By Type (Por tipo)** seleccionando una variable mientras está activa la Cerradura, pulsando en el botón **Surround Shape**  y escogiendo la segunda opción de la parte superior .

Elementos ocultos del esquema (no PLE ni PLE Plus)

Vamos a ver como podemos personalizar el esquema y descubrir nuevas prestaciones del menú de la pantalla.

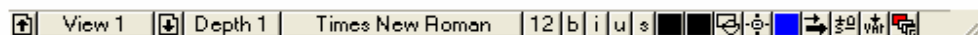
- Seleccione el icono **Hide Wand (Varita de ocultar)** . Pulse en el nivel *Conocimientos*, pulse en *olvidar*, *ganancia*, *plazo para olvidar*, *efecto de conocimiento en nuevos clientes*, *eficacia de la publicidad*, *clientes de referencia*, y en las dos nubes.

Estos elementos se ocultarán en la pantalla, y el esquema será similar a este:



Seleccione **View>Show Hidden>Depth 1 (Vista> Muestra ocultos> Profundidad 1)**, o pulse hacia abajo con la flecha del teclado.

La palabra “Hide” (oculto) en la barra de la posición cambiará a “Depth 1” (Profundidad 1).



También aparece una indicación al lado del menú para mostrar que se halla activo. Los elementos del dibujo ocultos con la **Hide Wand (Varita de ocultar)** aparecerán en la vista.

- Pulse en **Unhide Wand (Varita de mostrar)** (la varita blanca). Pulse en cada uno de los elementos que ocultó.

- Escoja la opción **View>Show Hidden> None (Vista> Muestra ocultos> Ninguno)** para desactivarlo, o pulse la tecla de la flecha hacia arriba en el teclado.

Ahora se deben de mostrar todos los elementos del esquema. Si ha perdido cualquiera de ellos es porque aún están ocultos. Repita el anterior proceso otra vez para hacerlos visibles.

NOTA Puede emplear para ocultar desde 1 a 16 niveles y usar las flechas de subir o bajar para mostrar y ocultar sucesivos niveles.

Recalibrar la Vista

- Escoja la opción **View>Zoom>200%**.

El dibujo cambiará su aspecto al 200 por ciento.

- Escoja View>Zoom>100%.

El dibujo regresará al tamaño original. Hacer zoom simplemente amplía o reduce el dibujo, haciendo todo más grande o más pequeño. Puede también conseguir un zoom pulsando las teclas de mayúsculas y Ctrl y moviendo el ratón arriba y abajo en la pantalla.

Cambiando la escala de la pantalla

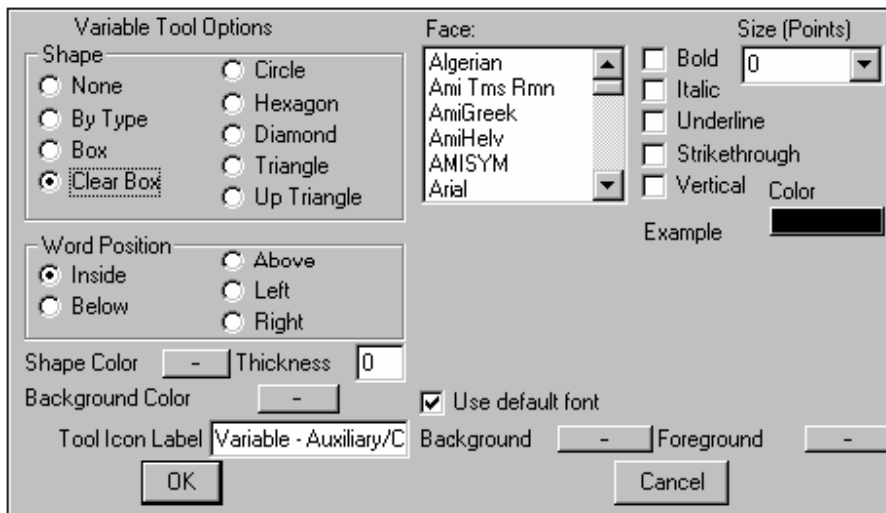
- Seleccione **View>Rescale (Vista>Cambiar escala)**. Teclee 120 en la caja de edición debajo de Horizontal y 140 en la caja de edición debajo de Vertical y **OK**.

Por omisión cambie la escala (la distancia) entre objetos de dibujo, cambiar la escala de la pantalla no cambia el tamaño de cualquier objeto del dibujo. Observe que no podemos volver al tamaño original escogiendo 100%. Necesitamos indicar la escala, en este caso la escala X a 83% y la escala Y a 71%.

Modificar las herramientas para dibujar (no PLE ni PLE Plus)

Hemos estado utilizando los instrumentos predefinidos del dibujo para hacer nuestro diagrama. Cada uno de estos instrumentos pueden ser modificados, y también podemos cambiar el conjunto entero de instrumentos activos (ver el Capítulo 13 del Reference Manual para más detalles). La modificación más frecuente de los instrumentos del dibujo es definir con aspectos diferentes a las variables.

- Pulse con el botón derecho del ratón en la **Variable**; y se abre un diálogo de opciones.



Este cuadro de diálogo es casi el mismo que el menú Opciones de una Variable utilizado antes pero tiene unas pocas entradas adicionales. La única diferencia entre la **Variable** y la **Box Variable (Caja de la Variable)** es la selección del aspecto. La Variable tiene como aspecto por defecto **Clear Box (Vaciar Caja)**. Esta opción crea una variable colocada en una caja transparente con un círculo pequeño que permite regular su aspecto. Puede utilizar el círculo pequeño que calibra el tamaño para dividir los nombres largos en varias líneas.

A veces quizás prefiera tener sólo una variable en cada línea. Esto se logra fácilmente escogiendo la **Shape: None (Forma: Ninguna)**.

- Pulse en el botón **OK** para cerrar el menú del diálogo.

Guardar las herramientas del dibujo

NOTA Cuando cierre Vensim verá un mensaje que pregunta "Do you want to save the current toolset? (quiere salvar las herramientas actuales)" Indique Sí/No/Cancelar.

- Indique **No** si quiere mantener el toolset predefinido original del dibujo (*default.sts*).

Si quiere guardar las herramientas con los escenarios que ha hecho debe pulsar **Cancelar**, y escoger **Tools>Sketch Toolset>Save As (Herramientas>Pantalla de herramientas>**

Guardar Como), y escribir un nuevo nombre de las herramientas y pulsar en **Save (Guardar)**.

6 Construcción de un modelo de simulación

Un modelo de la población

Este capítulo muestra la construcción de un modelo de simulación de la población de conejos. El proceso de creación de un modelo empieza con trazar el diagrama de un modelo, después se escriben las ecuaciones y especifican las cantidades numéricas. Después se simula el modelo obteniéndose unos resultados que se como un dataset (resultados). Por último los resultados de la simulación pueden ser examinados con instrumentos de análisis para descubrir la conducta dinámica de las variables del modelo. La construcción de un modelo sigue unas pautas de crear, probar, y volver a crear, iterando hasta que el modelo cumple los requisitos. La depuración (hasta lograr que un modelo se comporte como deseamos) y el análisis del modelo (investigando su comportamiento) son de utilidad en el proceso de refinar el modelo. Reality Check o la comprobación con la realidad es una herramienta para ayudar en la construcción y el refinamiento de los modelos que describe en el Capítulo 14.

El comportamiento de un modelo de simulación en Vensim viene determinado únicamente por las ecuaciones que recogen las relaciones entre las variables. Podemos consultar el listado con todas esas ecuaciones en los modelos de simulación incluidos en esta Guía. El esquema de un modelo (sea el diagrama causal o el diagrama de flujos) es una forma de mostrar las relaciones entre variables. Vensim comprueba la coherencia entre el esquema y las ecuaciones modelo, pero esta información puede ser omitida o puede hallarse oculta en los esquemas. Cuando construya un modelo de simulación compruebe que las ecuaciones de su modelo coinciden con las del manual. Si hay una discrepancia en la apariencia de los esquemas puede ser porque usted ha omitido por descuido algo o ha puesto una opción que influye en el aspecto del esquema.

Copyright © 1998-2007 Ventana Systems, Inc.
Traducido al español con autorización
Copyright de la traducción (c) 2007 Juan Martin Garcia

Causal Tracing, Reality Check, Vensim and Ventana
son marcas registradas de Ventana Systems, Inc.

Normas de Vensim

Nombres

Los esquemas que representan el modelo deben ser mostrados con claridad para facilitar la construcción, el análisis, y la presentación. La mayor parte de los modelos de este manual siguen las normas que recomendamos, aunque puede emplear otra forma si lo desea.

Los **niveles** se escriben con mayúscula, por ejemplo: *Población*

Los **flujos**, las **variables auxiliares**, las **constantes**, las **tablas de datos**, y otros tipos de variables se escriben en minúsculas; por ejemplo: *vida media*

Dibujo

Los niveles o acumulaciones se escriben usando el icono **Box Variable (Caja)**. Cuando se usa la Caja, la variable es definida un nivel. Cuando abre el editor de la ecuación verá que las variables dibujadas con el icono de la Caja instrumento se hallan definidas como niveles (Type: Level). Puede cambiar el tipo en el editor de la Ecuación, o escribir variables sin la caja que sean niveles pero esto puede causar la confusión y no es recomendable excepto si existen especiales propósitos.

Los flujos se dibujan generalmente con el icono de **Rate (Flujo)**. Por omisión los flujos son añadidos con un nombre y una flecha para indicar un flujo en una determinada dirección. Puede dejar un flujo sin nombre pulsando la tecla Esc cuando aparece la caja del editor del flujo. Puede agregar una flecha al otro extremo del flujo pulsando con el botón derecho del ratón en el pequeño círculo de la tubería del flujo (con el instrumento del **Move/Size (Mueve/Tamaño)** activado) y marcar en el menú la opción Arrowhead (flecha con cabeza) para indicar un flujo de dos direcciones. Excepto en PLE y PLE Plus puede cambiar también la conducta predefinida con el botón derecho del ratón sobre el **flujo** para mostrar las opciones y desactivando **Query Valve Name o One Way Flow (Flujo de una dirección)**.

NOTA IMPORTANTE La presencia o la ausencia de una flecha en un flujo no tiene efecto en la ecuación de ese flujo en un modelo de simulación. La ecuación de un flujo puede permitir disminuir un nivel, aunque una sola flecha indica en el dibujo que el flujo hace aumentar el nivel. Es la ecuación la que determina como se comporta el flujo.

Las Constantes, Auxiliares (tablas, y otras variables) se añaden generalmente con el icono **Variable** como palabras en una caja transparente o con la forma **Ninguno**. Algunas normas para el dibujo de las Variables Auxiliares y las Constantes les dan una forma del Círculo (generalmente con el nombre debajo), pero esto complica el esquema sin aumentar la información transmitida. Asignar formas diferentes para cada tipo variable aumenta la información transmitida, pero no existe ninguna norma universal para ello y es conveniente evitar que el aspecto visual sea complejo. Para construir un modelo de simulación recomendamos y utilizaremos en esta documentación los esquemas que contienen los niveles en cajas, los flujos con válvulas y todas las otras variables sin ningún símbolo.

Esto es válido excepto para PLE y PLE Plus donde se puede agregar más opciones al menú del Dibujo y cambiar la conducta de los iconos en el menú de las **Variables** del Dibujo y se generarán formas como **Círculos** o **Diamantes**.

Dibujar el modelo Conejos

- Ponga en marcha el Vensim

- Pulse en la opción **New Model (Nuevo Modelo)** o escoja la opción **File>New Model ... el Archivo > Nuevo Modelo...**

- En los menús de Model Settings (zona de límites de tiempo) escriba 30 para el FINAL TIME (PERIODO FINAL), escriba (o escoja de las opciones que se despliegan) 0,125 para el TIME STEP (PASO de TIEMPO). Pulse en las opciones que se despliegan para **Units for Time (Unidades de Tiempo)**, y escriba Año (en español). Pulse en **OK** (o Intro).

- Seleccione el icono **Box Variable (Caja)** y pulse en algún lugar en medio de la pantalla. Escriba el nombre de *Población de conejos*, y pulse Intro.

- Seleccione el icono de **Rate (Flujo)**. Pulse una vez (solo pulsar y liberar el botón de ratón) unos 5 cm. a la izquierda del nivel *Población de conejos*, después mueva el cursor sobre *Población* y pulse una vez más. Escriba el nombre *nacimientos* y pulse Intro.

- Pulse una vez en el nivel *Población de conejos* y mueva el cursor unos 5 cm. hacia la derecha y pulse otra vez. Escriba el nombre *muertes* y pulse Intro.

- Seleccione el icono **Variable**. Pulse en el dibujo debajo de *nacimientos*, escriba *tasa de natalidad* y pulse Intro. Pulse en el dibujo debajo de *muertes*, escriba *esperanza de vida* y pulse Intro.

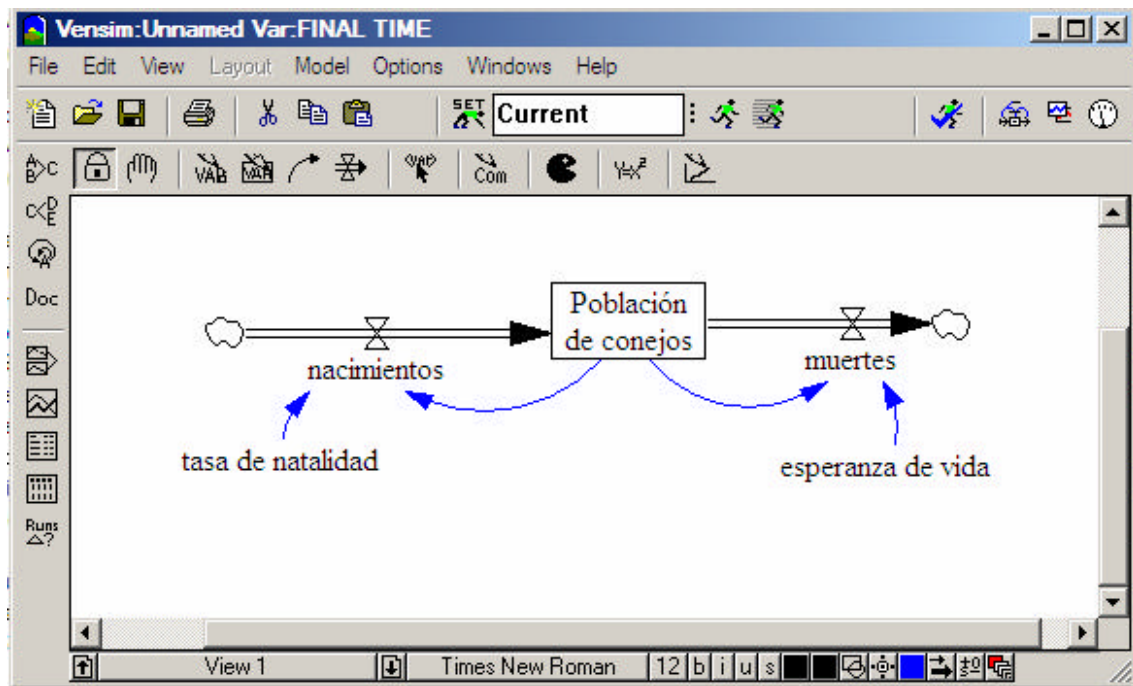
- Seleccione el icono **Flecha**, pulse una vez sobre *tasa de natalidad* y otra vez sobre *nacimientos*. Pulse una vez sobre *esperanza de vida* y otra vez sobre *muertes*.

- Pulse una vez *Población de conejos*, después debajo y a la izquierda de *Población de conejos*, después una vez en *nacimientos*.

- Pulse en *Población de conejos*, después debajo y a la derecha de *Población de conejos*, después una vez en *muertes*.

- Pulse en Save (Guardar) y guarde su modelo en el directorio *guide\chap06*. Asigne un nombre a su modelo (nosotros le llamamos *pop_guia.mdl*).

La estructura del modelo de Población ya está completa y es como se muestra en la figura siguiente. Existe un ciclo positivo de *Población de conejos* a *nacimientos* que aumenta la *Población de conejos*, y un ciclo negativo en *muertes* que disminuye la *Población de conejos*.



Escribir las ecuaciones

La estructura del modelo está completa. Sin embargo, si trata de simularlo recibirá un aviso que le indica que el modelo tiene errores y no puede ser simulado. Para simularlo, necesita definir un conjunto de ecuaciones que describan cada relación. Estas ecuaciones son expresiones algebraicas sencillas que definen una variable en función de las otras con las que se halla conectados por relaciones causales. Por ejemplo:

$$\textit{nacimientos} = \textit{Población de conejos} * \textit{tasa de natalidad}$$

Observando el dibujo verá que la *tasa de natalidad* no tiene las causas; es una Constante en el modelo. Esta Constante tiene un valor numérico que definiremos más tarde. Escribiremos las unidades de la medida en cada ecuación que definamos. Las unidades nos permiten verificar la consistencia dimensional entre todas las ecuaciones. La consistencia dimensional es una revisión formal de que la estructura modelo es correcta. Utilizaremos la opción **Model>Units Check (Modelo>Revisar unidades)** (Ctrl + U) para revisar el modelo completo después de que hayamos definido todas las ecuaciones.

- Pulse en el icono de **Ecuaciones**.

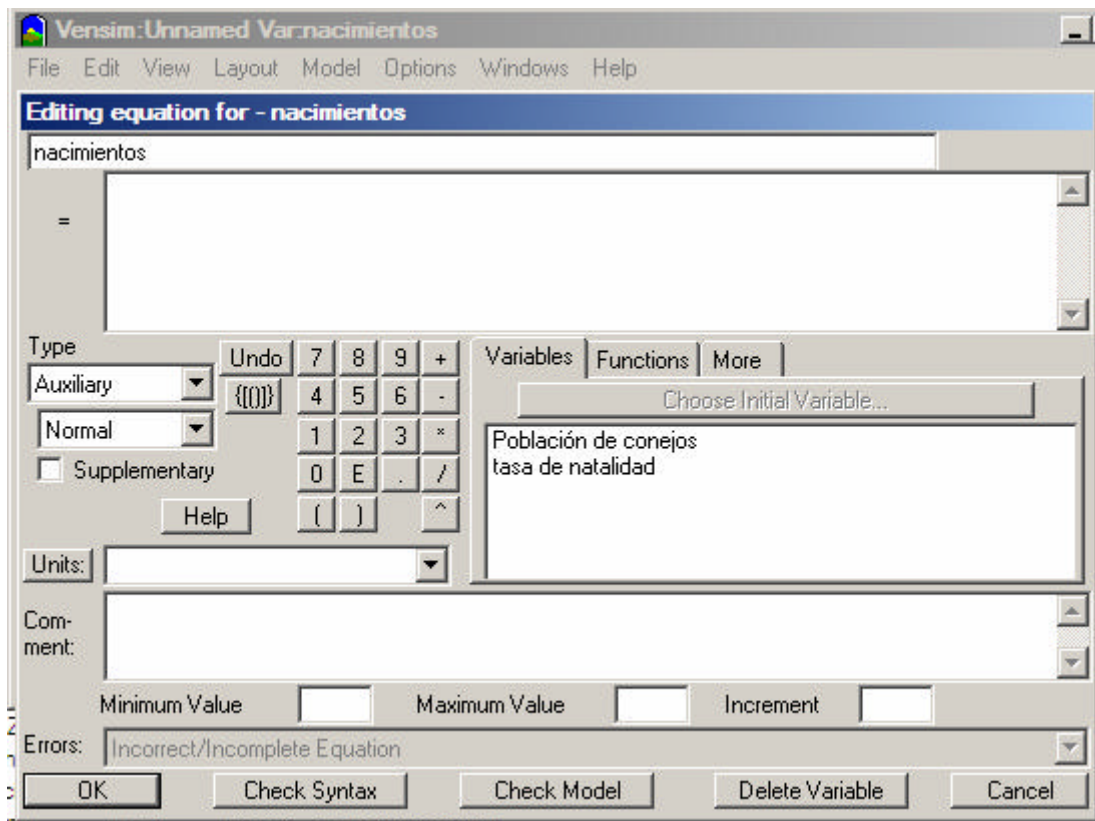
Todas las variables en el modelo se mostrarán en negro. Los elementos resaltados señalan que variables falta definir o cuales de ellas están incompletas. Cuando complete las ecuaciones para cada una de las variables los elementos resaltados desaparecerán. Pulse la opción **Model>Check (Modelo>Revisar)** (Ctrl + T) o el **Check Model (Revisión del Modelo)** en el Editor de ecuaciones para revisar y mostrar las que se hallan pendientes de definir.

- Pulse en la variable *nacimientos*.

Se abrirá el Editor de ecuaciones. La apariencia exacta del Editor de la ecuación dependerá de la configuración de Vensim que tenga definida. Vensim PLE y PLE Plus tienen a un Editor de ecuaciones simplificado, aunque los elementos principales son los mismos.

Variables de tipo: Auxiliar

En la parte superior del editor puede observar el nombre de la variable activa: *nacimientos*. La lista de opciones desplegable que se halla en la izquierda indica el tipo de la variable: **Auxiliary (Auxiliar)**. Vensim considera del tipo Auxiliar tanto los flujos como las variables auxiliares. Pulse en la flecha hacia abajo para ver los otros tipos. Cerciórese que la opción Auxiliar se halla seleccionada todavía cuando cierre la lista. Ponga el cursor en la zona de edición de la ecuación (próxima al signo =).



Complete la ecuación de nacimientos como se indica en la imagen anterior (en la zona de edición).

Ya sea:

- Escribiendo *Población de conejos* * *tasa de natalidad*

o bien:

- Pulsando en la variable ***Población de conejos*** en la lista de variables (en el centro del Editor de ecuaciones) después pulse el símbolo * (o selecciónelo en el teclado del Editor de Ecuaciones) y luego pulse en *tasa de natalidad* de la lista de variables.

Se pueden añadir espacios en blanco y separadores de línea para conseguir mayor claridad de la ecuación, pero no son imprescindibles. Para añadir una nueva línea pulse la tecla Ctrl y luego Intro. Observe que no puede añadir una línea en el nombre de una variable.

Ahora agregaremos las unidades de ***nacimientos***.

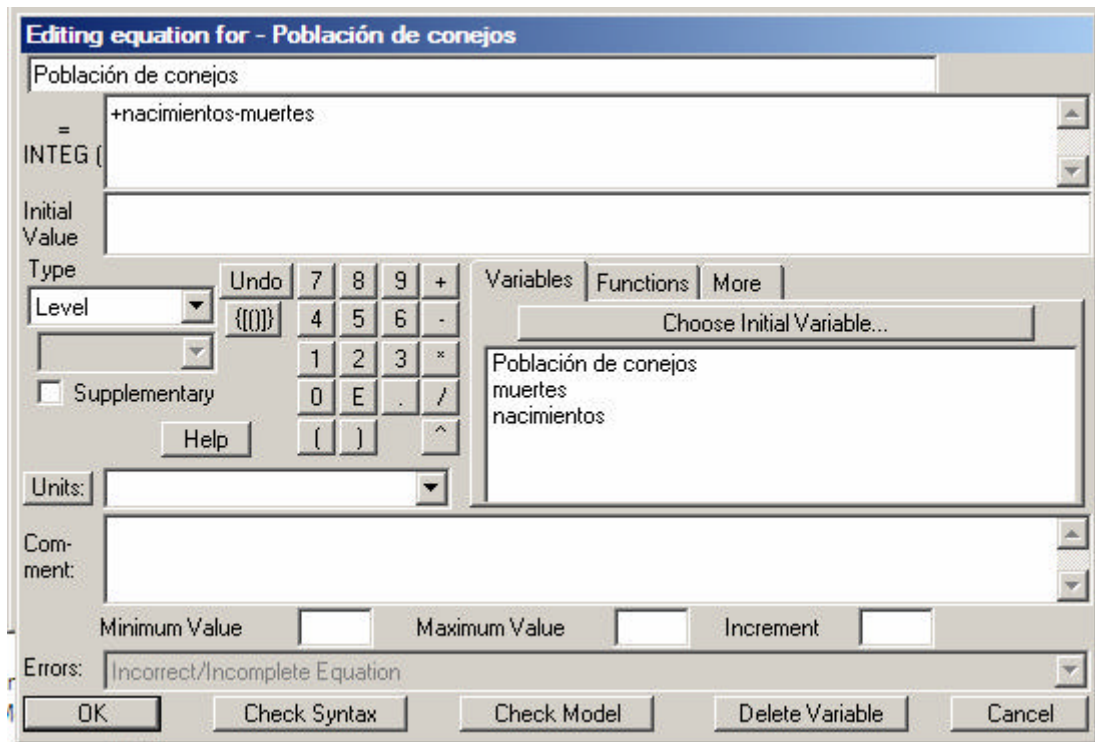
Escriba las unidades *conejo/año* en el menú de **Unidades**. Esto indica que medimos la tasa de natalidad en conejo por año. Pulse en **OK** o pulse Intro.

Si la estructura y la ecuación modelo concuerdan y no hay los errores de la sintaxis de la ecuación, el cuadro de diálogo desaparecerá. Si hay problemas con la estructura o las ecuaciones, aparece un mensaje de error que indica donde está el problema.

Variables de tipo: Nivel

- Pulse en *Población de conejos*.

Se abre el Editor de la ecuación y ahora es ligeramente diferente de lo que vimos con la variable *nacimientos*.



La lista desplegable muestra a la izquierda el tipo de la variable: **Level (Nivel)**. La izquierda de la caja de edición indica la función de INTEG que define un Nivel (integrando la variable con el tiempo). La ecuación ya aparece escrita la caja de edición de la ecuación porque en el dibujo conectamos los nombres de los flujos de *nacimientos* y *muertes* al Nivel, y por este motivo Vensim coloca automáticamente los flujos en la ecuación del nivel. Los flujos entrantes en el nivel son considerados positivo (entrada) y en cambio los flujos contruidos como salidas del nivel son considerados negativos (vaciando los niveles). Si se dibujan los flujos en una dirección diferente que el signo, podemos cambiarlo en el Editor de la ecuación. La ecuación para este Nivel es correcta, los nacimientos añaden a Población, las muertes restan de la Población, así que no necesitamos hacer cambios.

El Editor de la ecuación para un Nivel tiene una caja de edición adicional para poner el valor inicial; colocamos ahí el cursor.

- En la caja de edición del Initial Value (Valor Inicial), escriba 1000.

Este valor es el número inicial de conejos al comienzo de la simulación (tiempo cero).

- Escriba *conejo* en la caja de las unidades. Pulse en **OK** o pulse Intro.

- Pulse en la *tasa de natalidad*. Escriba el número 0.125 en la caja de edición.

- Escriba en las unidades *fracción/año* (si prefiere, entre en su lugar *1/año*), esto significa que la tasa natalidad se mide en la fracción (de conejos) por año. Otra manera de explicar esto es (conejos nacidos/población de conejos) /año *(conejo/conejo)/año = fracción/año* (conejo y conejo se anula). Pulse OK o pulse Intro.

- Complete las dos ecuaciones restantes como se indica a continuación.

Todas las variables del modelo deben aparecer claras (no resaltadas en negro) en el dibujo ya que las hemos definido. Las unidades que han sido entradas inicialmente pueden ser modificadas pulsando en la flecha para desplegar las unidades y escogiendo la más apropiada.

Ecuaciones del modelo pop_guia.mdl

esperanza de vida = 8

Units: año

muertes = Población de conejos/esperanza de vida

Units: conejo/año

nacimientos = Población de conejos*tasa de natalidad

Units: conejo/año

Población de conejos = INTEG (+nacimientos-muertes,

Inicial value: 1000)

Units: conejo

tasa de natalidad=0.125

Units: 1/año

Revisión de la sintaxis del modelo y los errores en las unidades

Antes de simular el modelo hemos de verificar que no existan errores en las ecuaciones y unidades.

- Escoja **Model>Check Model (Modelo>Revisión del modelo)** del menú (o pulse Ctrl + T); y debe recibir un mensaje que dice “Model is OK”.

Si el modelo tiene los errores el Editor de la Ecuación le mostrará la variable que contiene el error. Verifique que la ecuación utiliza todas las entradas y tiene el mismo aspecto que en el listado anterior. Verifique que la estructura de su modelo es igual que en el esquema anterior.

- Seleccione **Model>Units Check (Modelo> Revisión de las Unidades)** (o pulse Ctrl + U); y debe recibir un mensaje que dice “Units are OK”.

Si existe un error en las unidades, lea la ventana de salida para ver qué variables fallan la revisión. Abra el **Editor de la ecuación** en cada variable y verifique las unidades con el listado anterior. Las unidades que no coinciden a menudo se deben a una formulación pobre o inexacta de la ecuación.

NOTA. La prestación Units Check puede ser activada también desde las herramientas de análisis menos en PLE y PLE. Ha de modificar el menú de herramientas de análisis (menú Tools>Analysis Toolset>Modify ...) (Herramientas> Herramientas de análisis>Modificar...) y agregar la opción de Unidades, o bien abrir el menú de herramientas de análisis *default2.vts* que contiene la prestación Unidades.

Sinónimos

Puede querer entrar las unidades en su forma en plural así como el singular. Por ejemplo, tanto conejos como conejo. Esto fallará una revisión de las unidades porque Vensim no ve la forma en plural y en singular como la misma palabra. La manera más fácil de evitar este error es indicar que las unidades conejo y conejos son equivalentes o sinónimos.

- Escoja el menú **Model>Settings.. (Modelo>Parámetros...)** y pulse en la opción de **Units Equiv.** En la caja de edición escriba conejo, conejos y pulse en el botón **Add Editing (Añadir edición)**. Pulse en **OK** y cierre el menú.

Simular el modelo

- Pulse en la caja de edición **Runname (Nombre de la simulación)** de la Barra de herramientas y teclee **equilib** como nombre de la primera simulación.
- Pulse en el icono de **Simulate (Simular)** (o simplemente pulse Intro cuando el cursor está en la caja de Runname).

El modelo se ejecutará. Este modelo es tan pequeño que no es posible percibir que ya se ha simulado, pero si no está seguro pulse de nuevo en el icono de Simular. Si recibe un mensaje que le pregunta si desea reemplazar (overwrite) la simulación anterior es porque esta ya se ejecutó.

Análisis del modelo

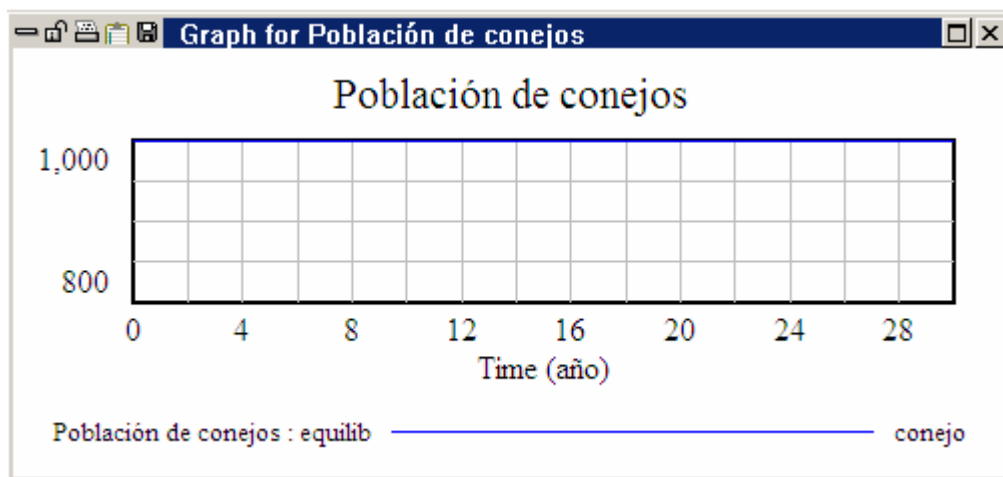
Este modelo ha sido diseñado para mostrar las condiciones de equilibrio en una población de conejos. Las constantes de *tasa de natalidad* y *esperanza de vida* se han calculado para generar unos flujos de entrada y salida del 12,5% de la *Población de conejos*, y por lo tanto cada ciclo del modelo se halla numéricamente en equilibrio, no originando ningún cambio en el valor de *Población de conejos*.

Herramientas gráficas y tablas

- Pulse en el nivel de *Población de conejos* en el dibujo.

Esto lo selecciona como la Variable de trabajo; otra manera de hacer esto es seleccionar *Población* como variable de control. Verifique la barra del título en la parte superior de la ventana de Vensim para ver que *Población de conejos* está activa.

- Pulse en el instrumento de **Graph (Gráfico)**. Se muestra un gráfico de *Población de conejos*:



La variable *Población de conejos* aparece como una línea recta y plana en la parte superior del gráfico en 1000 conejos. Para verificar que el valor es constante:

- Pulse en la herramienta **Table (Tabla)**.

Una ventana de salida muestra que esa *Población de conejos* es constante. Desplace la ventana para observar más adelante la simulación, la *Población de conejos* es todavía 1000.

Table					
Time (año)		0	1	2	3
"Población de conejos"	Runs:	equilib			
Población de conejos		1000	1000	1000	1000

Comparación de simulaciones

Una característica importante de Vensim es su capacidad de hacer múltiples simulaciones de un modelo bajo hipótesis diferentes para probar el impacto que un cambio en las constantes (o tablas de datos) tiene en el comportamiento del modelo. Vensim guarda todos los datos para todas las variables para cada simulación que se ejecuta, para que se pueda conseguir acceso fácil a la información acerca del comportamiento de cualquier variable en cualquier simulación. Se puede hacer la prueba de modificar *temporalmente* los valores de las constantes o las tablas de datos y entonces simular el modelo. De esta forma, su modelo base permanece sin cambios como un punto de referencia inmutable.

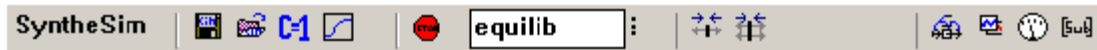
Crecimiento exponencial

Ahora que estamos satisfechos porque tenemos identificadas las condiciones del equilibrio, vamos a hacer cambios en las constantes modelo para generar un crecimiento sin límites. Esta es una de las conductas dinámicas, posibles y más sencillas, el conocido como crecimiento exponencial.

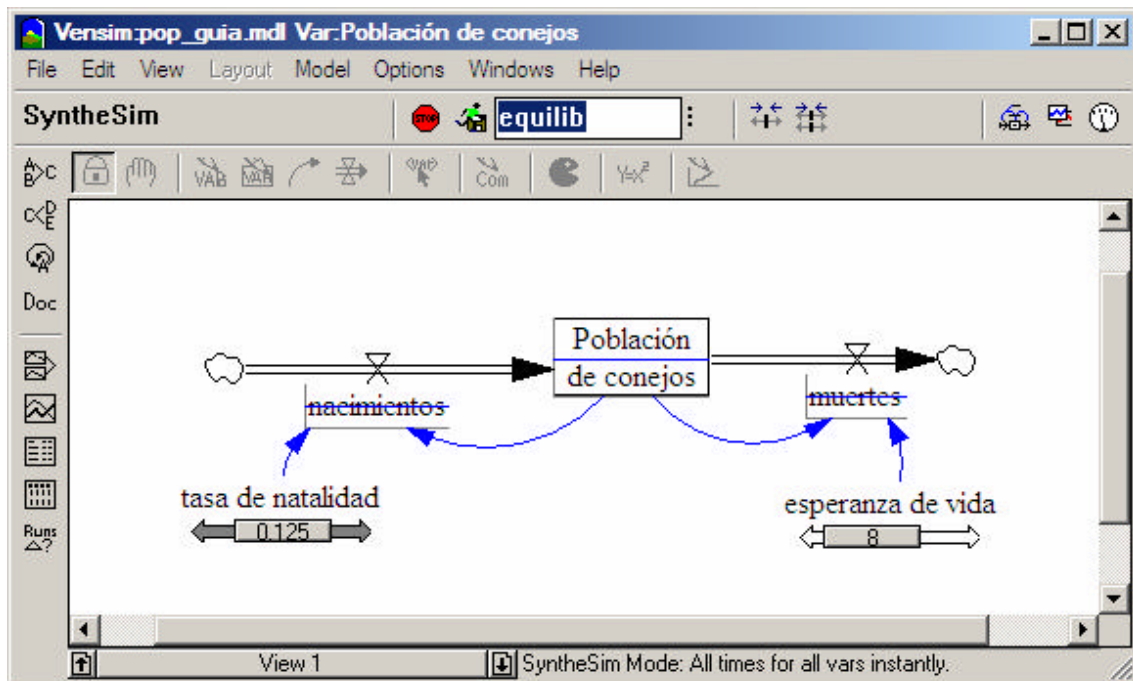
Pruebas de simulación

- Pulse en el botón de SyntheSim . Conteste Sí a la pregunta de si quiere reemplazar la simulación actual.

La barra de herramientas cambiará a



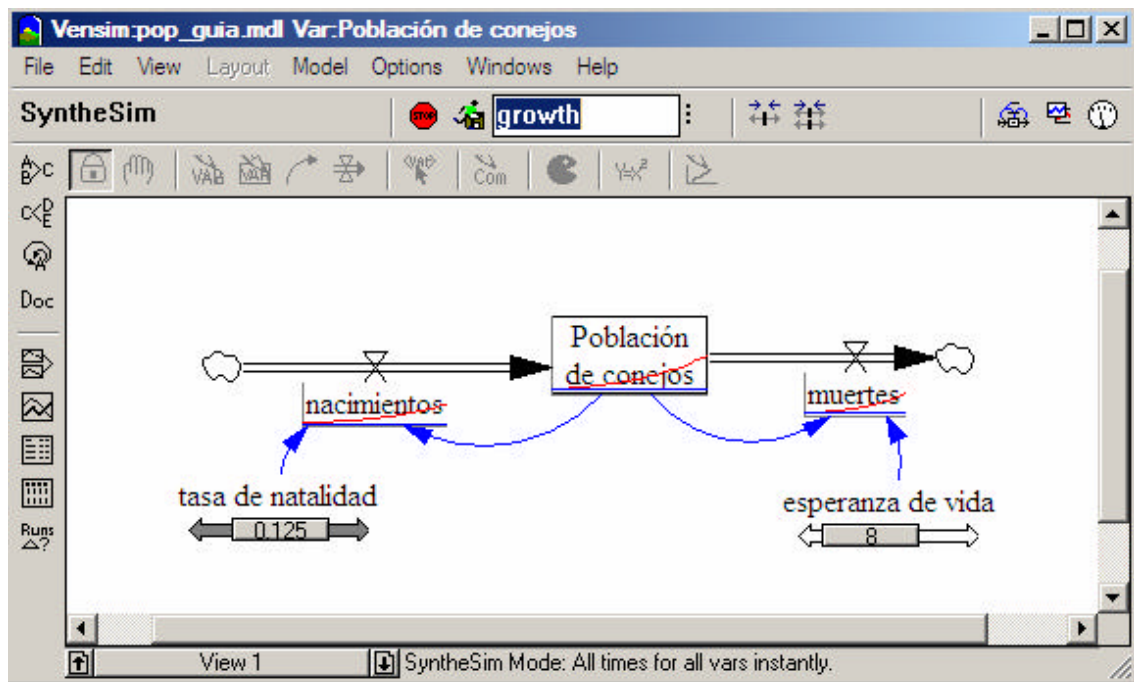
y podrá observar en la pantalla el comportamiento de todos elementos.



- Pulse en la caja con el nombre de la simulación y reemplace *equilib* con el nombre *growth*.

Arrastre el cursor situado debajo de la *tasa de natalidad* hasta que indique el valor 0,2. Si tiene problemas para conseguir el valor exacto suelta el botón de ratón y utilice las teclas de la flecha a la izquierda y la derecha del teclado para mover el cursor con pequeños incrementos.

Su dibujo debe parecerse a:



Las líneas azules muestran los resultados de la simulación actual y la línea roja los de la simulación equilib.

- Pulse en el botón **Stop (Parada)** para parar SyntheSim.

Los gráficos de la conducta y cursores desaparecerán del dibujo.

- Pulse la tecla B o escoja la opción **View>Show Behavior (Vista>Muestra comportamiento)** para ver otra vez el comportamiento de las variables.

Puede alternar entre ver y ocultar la conducta en los gráficos pulsando la tecla B.

Simulaciones alternativas

Como una alternativa al modo de operar con SyntheSim puede establecer y realizar simulaciones de una en una. Para los modelos grandes donde la simulación toma más de unos pocos segundos esto es más práctico que tratando de entrar el modo de SyntheSim.

- Pulse en el icono **Set up a simulation (Activar una simulación)** 

La Barra de herramientas cambia a la barra de simulación.



Esta barra de herramientas tiene las características específicas para crear modelos de simulación, permitiendo los cambios a la técnica de la integración, y los botones para cambiar las constantes y búsquedas modelo. Advertirá también que las constantes en el

modelo de Población se hallan ahora en palabras amarillas con el fondo azul. También, los instrumentos de dibujo se han ocultado, previniendo el trabajo en la ventana del dibujo.

- Si no lo ha hecho aún, reemplace en la caja con el nombre de simulación el texto *equilib* con el de *growth*.

- Pulse en la variable *tasa de natalidad* (apareciendo azul/amarillo en el dibujo) y en la caja de edición escriba el valor 0.2. Pulse Intro. Este es un cambio temporal sólo para esta simulación y no modifica permanentemente el valor en su modelo.

- Pulse en el icono **Simulate (Simular)** y el modelo se simulará. Si usted ya creó antes la simulación *growth* en el modo de SyntheSim recibirá una pregunta de si desea reemplazarlo. – responda si.

- Si no lo ha hecho ya pulse la tecla B o seleccione View>Show Behavior (Vista>Mostrar comportamiento) para ver los gráficos del comportamiento.

Pantalla de análisis causal

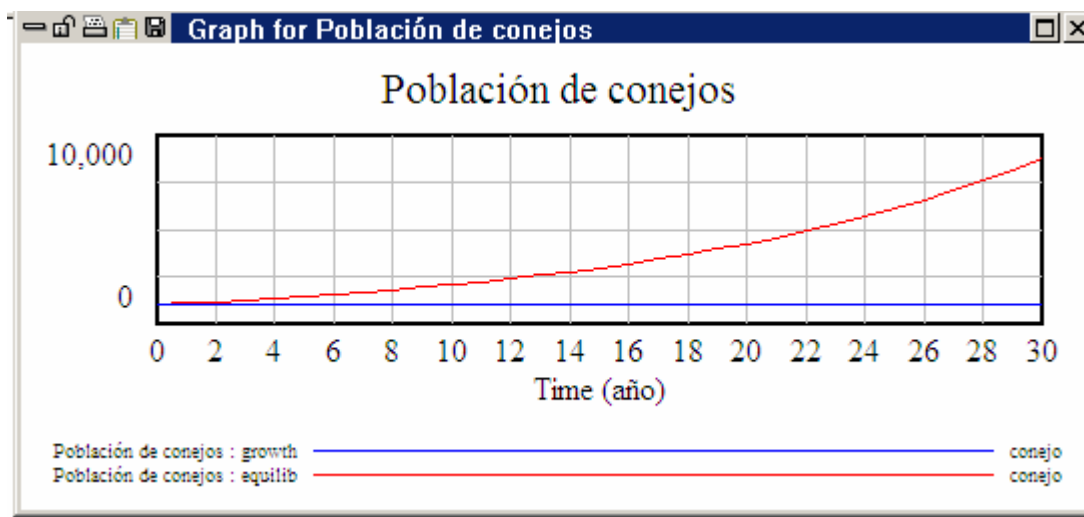
- Pulse en *Población de conejos* para seleccionarlo en la pantalla.

- Pulse en el icono del **Control Panel (Panel de control)**  para activarlo. Pulse en **Datasets (Simulaciones)** para abrir el control de simulaciones y verifique que ambas simulaciones se hallan visibles en la parte derecha de la ventana.

La última simulación (*growth*) se halla disponible en primer lugar (a la cabeza del menú de diálogo). La mayoría de las herramientas de análisis se hallan disponibles para ambas simulaciones, permitiendo la comparación del comportamiento de ambas simulaciones.

- Pulse en el icono Grafico.

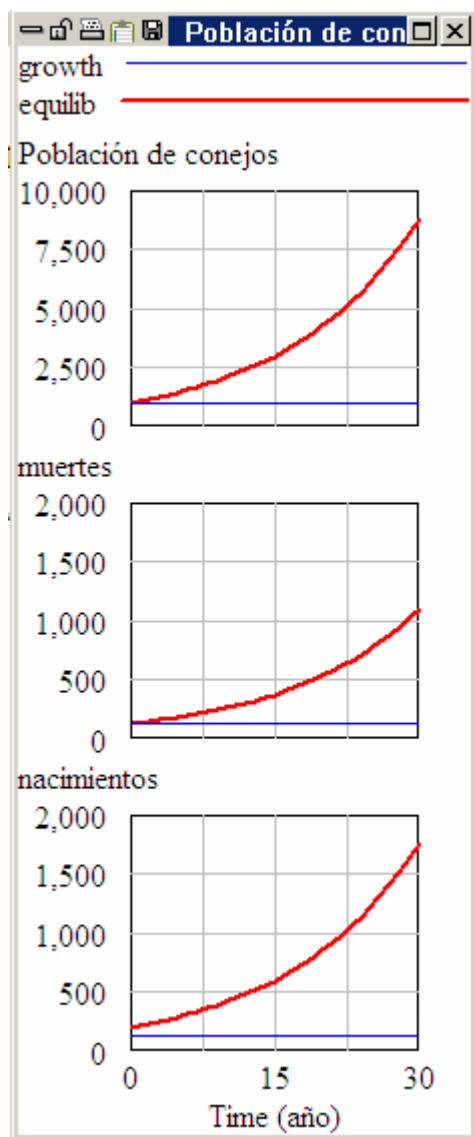
Aparece una gráfica mostrando ambas simulaciones (ver a continuación).



- Pulse la tecla Del o pulse la opción de **Close (Cerrar)** para cerrar el gráfico.

- Ahora pulse en el icono **Causes Strip (Desplegar causas)**.

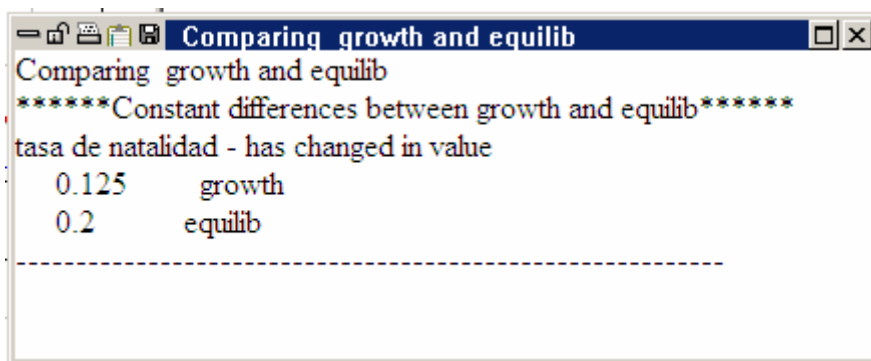
Se muestra un conjunto de gráficos *Población de conejos* y sus causas: *nacimientos y muertes*.



Comparar simulaciones

Para descubrir que las diferencias entre la primera y segunda simulación utilizaremos un icono que muestra las diferencias en el estado de las Constantes (y tablas de datos). Este icono actúa sobre las dos primeras simulaciones ejecutadas (revisarlas en el Dataset Control).

- Pulse en el icono **Runs Compare (Comparar simulaciones)**. El texto siguiente muestra las diferencias en la constante de *tasa de natalidad* para la simulación *equilib* y *growth*.



La *Población de conejos* creció en la simulación *growth* porque la tasa de natalidad fue puesta a un valor más alto que en la simulación de equilibrio. Esto hizo que el ciclo positivo a través de *nacimientos* fuese más fuerte que el ciclo desfavorable por *muertes*, teniendo con el tiempo como resultado un crecimiento demográfico.

- Escoja el menú **Windows>Close All Output (Windows>Cerrar los resultados)**:

Se cerrarán todas las ventanas que ha creado utilizando los instrumentos del análisis.

Disminución exponencial

A continuación haremos los cambios a una constante del modelo para generar un descenso exponencial en la población. Como el crecimiento exponencial esta es uno de los comportamientos dinámicos posibles y más sencillos.

- Pulse dos veces en el nombre de la simulación y escriba *decay*.

Siga una de estas opciones:

- Pulse en el botón de SyntheSim.

- Arrastre el cursor bajo la *esperanza de vida* hasta un valor de 4.

- Pulse en el icono de Stop.

O BIEN

- Pulse en el icono **Set up a Simulation (Modificar una simulación)**.

- Pulse en la variable *esperanza de vida* (apareciendo azul/amarillo en el dibujo) y en la caja de edición escriba el valor 4. Pulse Intro.

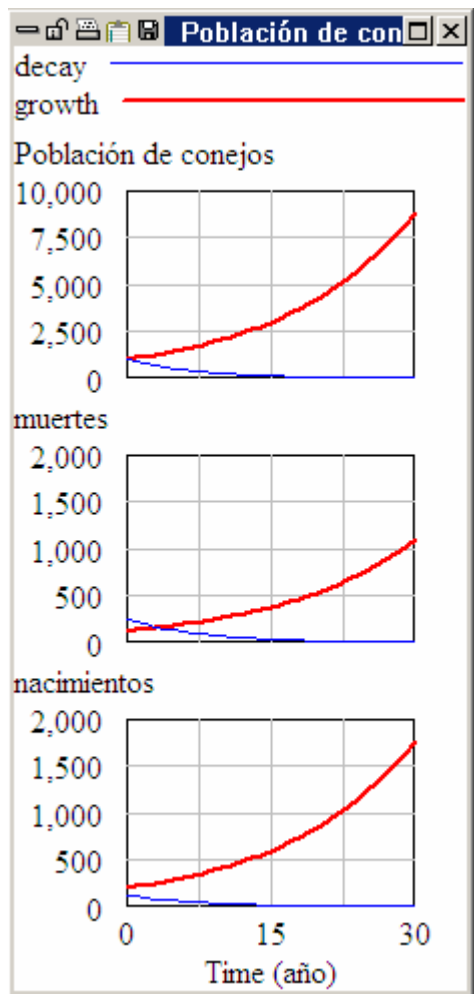
- Pulse en icono **Simulate** y el modelo se simulará.

Los pasos indicados anteriormente ofrecen como resultado la creación de la nueva simulación *decay*.

- Pulse en el icono **Graph** y compare las tres simulaciones.

- Pulse en el icono de **Control Panel** en la Barra de herramientas principal. En la caja del control de simulaciones Datasets pulse dos veces en la simulación *equilib* en la caja derecha; esto eliminará esta simulación de los instrumentos de análisis, que no la mostrarán. Observe que puede ser activado de esta misma forma muy fácilmente. (Puede pulsar una vez en el nombre de la simulación y utilizar el botón (<<) o (>>) para activar o desactivar la simulación).

- Pulse en el icono **Control Panel** y se generará un gráfico mostrando *Población de conejos* y sus causas — los *nacimientos* y las *muertes*, para las últimas simulaciones.



Los descensos de la *Población de conejos* en la simulación *decay* se producen porque *esperanza de vida* tiene un valor más bajo que en la simulación de equilibrio. Esto hace que el ciclo negativo por *muertes* sea más potente que el ciclo positivo de los *nacimientos*, teniendo como resultado el descenso de *Población de conejos* con el tiempo.

Entradas y salidas

Puede utilizar Objetos de Entrada-Salida para crear cursores, gráficos y las tablas de datos en un dibujo. Mostraremos esta prestación creando un grafico personalizado.

- Pulse en el icono de **Control Panel** y escoja la opción de **Graphs**.
- Pulse en el botón **New**. Se abrirá el editor de gráficos.
- Entre el título "Población, Nacimientos y Muertes".
- Pulse en el primer botón de **Sel** y escoja a *Población de conejos* de la lista.
- Pulse en el segundo botón de **Sel** y escoja *nacimientos* de la lista.
- Pulse en el tercer botón de **Sel** y escoja *muertes* de la lista.
- Pulse en la opción de **Scale** a la izquierda entre *nacimientos* y *muertes*.

El editor del gráfico personalizado debe parecerse a:

Name: [] Quick [v] Hide: ☐ Title ☐ X Label ☐ Legend

Title: Población, nacimientos y muertes

X-Axis: [] Sel X Label: []

X-min: [] X-max: [] X-divisions: [] ☐ LblInterval Y-div: []

Stamp: [] Comment: []

Type: ☒ Norm ☐ Cum ☐ Stack ☐ Dots ☐ Fill Width: [] Height: []

Scale	Variable	Dataset	Label	LineW	Units	Y-min	Y-max
☐	Población de con	Sel	[]	[]	[]	[]	[]
☒	nacimientos	Sel	[]	[]	[]	[]	[]
☐	muertes	Sel	[]	[]	[]	[]	[]
☐	[]	Sel	[]	[]	[]	[]	[]
☐	[]	Sel	[]	[]	[]	[]	[]
☐	[]	Sel	[]	[]	[]	[]	[]

☐ As WIP Graph (maxpoints) [] Copy to... Test output ☐ Soft Bounds

OK As Table... Cancel

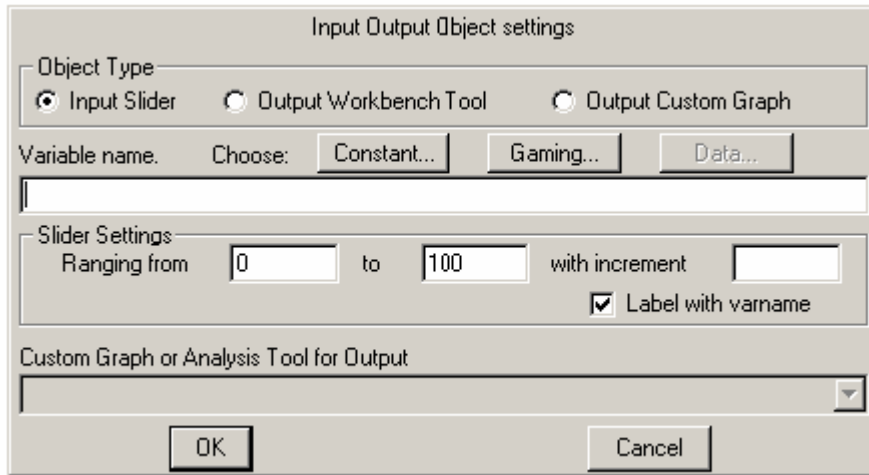
- Pulse en **OK**.

- Pulse en el icono Entrada-Salida.

NOTA Si usted olvidó de parar el modo de SyntheSim la barra de herramientas del dibujo se hallará oculta. Pulse en el icono de Stop y repita los pasos indicados.

- Pulse en un área vacía de su dibujo, debajo y a la derecha del esquema.

- Se abrirá la ventana de Entrada-Salida.



- Pulse en el botón **Output Custom Graph (Gráfico de salida personalizado)**.
- En el menú desplegable debajo de **Custom Graph or Analysis Tool for Output** escoja a POBLACION_NACIM_Y:MU – que debe ser la única entrada disponible.
- Pulse en OK.
- Ajuste la posición y tamaño del gráfico según lo prefiera.
- Pulse en el nombre de la simulación y modifique *decay* por *experiment*.
- Pulse en el botón de SyntheSim.
- Pruebe de mover los cursores y observe los resultados en las variables.

El capítulo 12 Controles de Entrada y de Salida contiene más detalles para personalizar la información mostrada en el dibujo.

7 Funciones y errores durante la simulación

El modelo de población presentado en un capítulo previo es un modelo simple que usa solamente multiplicaciones y divisiones en sus ecuaciones. Aunque la suma, resta, multiplicación y la división son los componentes más comunes de las ecuaciones, a veces es necesario usar diferentes tipos de relaciones. Vensim tiene cierto número de funciones que pueden ser usadas en las ecuaciones, y en este Capítulo se mostrará el proceso de emplear estas funciones a las ecuaciones. En el capítulo siguiente se tratarán las funciones **Lookup**, que permiten especificar relaciones funcionales dibujando una curva.

Además de explorar el uso de funciones en este capítulo se verá como abordar los llamados **“Floating Point Errors”** (Errores de punto flotante). Estos errores ocurren cuando un número en un modelo se hace demasiado grande, hay una división por cero o el argumento de una función está fuera de rango.

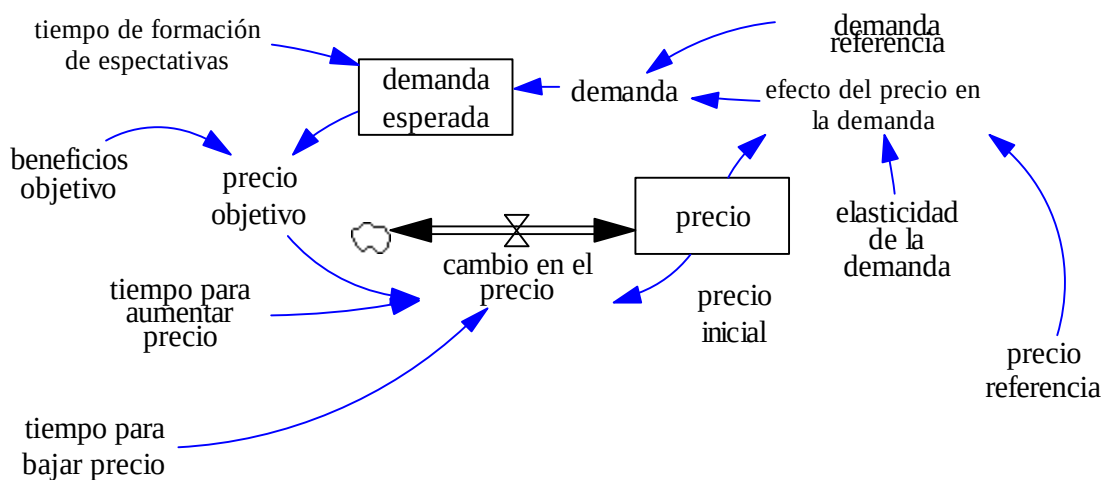
Copyright © 1998-2007 Ventana Systems, Inc.
Traducido al español con autorización
Copyright de la traducción (c) 2007 Juan Martin Garcia

Causal Tracing, Reality Check, Vensim and Ventana
son marcas registradas de Ventana Systems, Inc.

Precio y Demanda

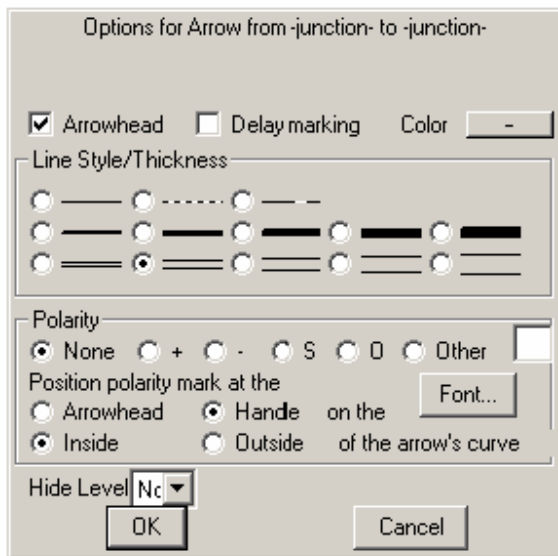
A modo de ejemplo se usará un modelo muy simple vinculado a la relación entre precio y demanda. El ejemplo no es muy completo. Las decisiones sobre precios se hacen para alcanzar ciertas metas sobre beneficios con la expectativa de que la demanda no cambiará con el precio, aunque de hecho la demanda depende del precio. Este modelo encierra una única hipótesis dinámica, y es interesante experimentarla en forma aislada si bien su comportamiento, como se verá, es bastante poco real.

- Crear el diagrama de la figura de abajo o abrir el modelo *precio1.mdl*



Seguir los pasos indicados en el capítulo previo para crear el modelo. Hay dos elementos que son diferentes en este diagrama respecto del que se hizo allí. El primero es un flujo de dos direcciones para el *cambio en el precio*. El segundo es la ausencia de flujos hacia el Nivel *demanda esperada*. Para dibujar el flujo en dos direcciones:

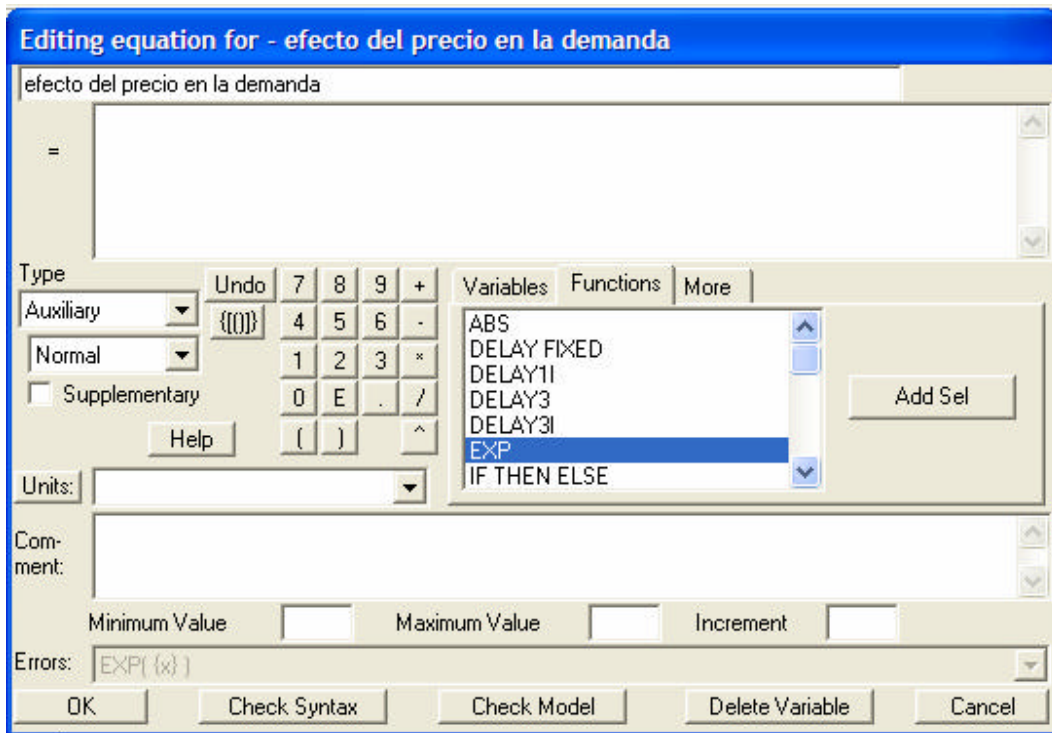
- Usar la herramienta **Rate (Flujo)** para dibujar un flujo desde la izquierda de *precio* hacia *precio*, y etiquete el recuadro *cambio en el precio*.
- Pulsar en la herramienta **Move/Size (Mover/Tamaño)**
- Pulsar en el pequeño círculo en la mitad de la tubería entre la nube y la válvula
- En el diálogo que aparece, tildar la caja **Arrowhead (Punta de flecha)**



La creación de flechas dentro del nivel *demanda esperada* se hace en la misma manera que con las demás flechas creadas. Se efectuarán algunos comentarios sobre la manera en que este nivel se diseña cuando se cree su ecuación.

Uso de las Funciones

- Seleccionar la herramienta **Equation Edit (Editor de ecuaciones)**
- Pulsar en *efecto del precio en la demanda*
- Pulsar en la solapa **Functions (Funciones)** a la derecha



Se obtiene una lista de las funciones disponibles. Si se pulsa en cualquier función de la lista esta mostrará los argumentos de las funciones en la parte inferior del Editor de Ecuaciones. También es posible la primera letra de una función para desplazar la lista a las funciones que comienzan con esa letra. Las flechas de subir y bajar permiten moverse a lo largo de la lista mostrando la información sobre los argumentos en la parte inferior de la ventana.

- Pulsar en **ESP** en la lista de Funciones, desplazando si fuera necesario
- Presionar la tecla **Intro**

En la ventana de edición se vera **EXP({x})** con la {x} sobresaltada.

- Presionar la tecla – o Pulsar – en los botones
- Pulsar en la lista de Variables y luego en la variable *elasticidad de la demanda*
- Presionar la tecla * o * en los botones
- Pulsar en Funciones
- Pulsar en **LN** en la lista de funciones (presionar L es un buen atajo para acceder rápido) y presionar **Intro**

- Pulsar en **Variables**
- Pulsar en *precio*
- Presionar la tecla / o Pulsar / en los botones
- Pulsar en *precio referencia* en la lista de variables

La ecuación debería leerse:

*Efecto del precio en la demanda = EXP(-elasticidad de la demanda*LN(precio / precio referencia))*

Siempre es posible escribir las ecuaciones en lugar de trabajar con el listado de funciones y a veces es más fácil hacerlo de este modo.

Debe hacerse un par de observaciones importantes. En esta ecuación **LN** es la función logaritmo natural y **EXP (x)** es la función que toma el número e (aprox 2.72) elevado al exponente x. Esta ecuación también podría haber sido escrita así:

efecto del precio en la demanda = POWER(precio/precio referencia, -elasticidad de la demanda)

*efecto del precio en la demanda =
(precio/precio referencia)^(-elasticidad en la demanda)*

De hecho, para esta ecuación hay tres fórmulas adicionales que implican invertir la relación precio y precio referencia, cambiando en consecuencia el signo de elasticidad de la demanda.

Esta ecuación representa una curva estándar de elasticidad de la demanda. El uso de la relación precio/precio referencia es una normalización que previene errores en las unidades. Se discutirá más adelante la normalización en el siguiente capítulo.

Independientemente de que funciones se usen, el método para ingresarlas es el mismo. Se puede topearlas o seleccionarlas desde la lista.

IF THEN ELSE

Es bastante común que se necesite poder cambiar entre fórmulas alternativas sobre la base de alguna condición. La función **IF THEN ELSE** permite hacerlo. Se implementa como una función de Vensim por dos razones. La primera es que, al igual que otras funciones, retorna un valor. En segundo lugar, la entidad

$d = \text{IF } a \text{ THEN } b \text{ ELSE } c$

realmente asigna la variable "IF a THEN b ELSE c" a la variable d. Para que Vensim pueda diferenciar variables de entidades sería necesario algo como :IF: a :THEN: b :ELSE: c lo cual crearía más distracción de lo que resolvería. In Vensim tal asignación toma la forma:

$d = \text{IF THEN ELSE}(a,b,c)$

- Con la herramienta de **Equations Edit** pulsar sobre *cambio en el precio*.
- Pulsar en **Functions**, seleccionar IF THEN ELSE de la lista y presionar **Intro**.
- Pulsar en Variables
- Pulsar en *precio objetivo*, presionar la tecla > (o bien Pulsar en **More** (más) y pulsar en >), luego pulsar en *precio*
- Pulsar dos veces en **{ontrue}** en la ecuación para resaltarlo
- Mantener presionada la tecla **Ctrl** y presionar **Intro**.
- Presionar la tecla paréntesis izquierdo (, pulsar en *precio objetivo*, presionar la tecla -, pulsar en *precio*, presionar el paréntesis izquierdo), presionar la tecla / y entonces pulsar en *tiempo para aumentar el precio*.
- Pulsar dos veces en **{onfalse}** en la ecuación para resaltarlo.
- Mantener presionada la tecla **Ctrl**. y presionar **Intro**
- Presionar la tecla paréntesis izquierdo (, pulsar en *precio objetivo*, presionar la tecla -, pulsar en *precio*, presionar el paréntesis izquierdo), presionar la tecla / y entonces pulsar en *tiempo para bajar el precio*.

La ecuación debería leerse:

cambio en el precio =
IF THEN ELSE(precio > precio objetivo,
(precio objetivo-precio)/tiempo para aumentar el precio,
(precio objetivo-precio)/tiempo para bajar precio)

Los argumentos de la función aparecen de tal forma que pulsando dos veces sobre ellos pueden ser reemplazados. Debido a que los argumentos están encerrados entre llaves, son realmente tratados como comentarios y pueden ser ignorados, aunque esto no es deseable. El uso de **Ctrl.+Intro** coloca saltos de línea entre las ecuaciones de modo de hacerlas más fácilmente legibles.

SMOOTH

La función **SMOOTH** se usa en general para calcular promedios de tiempo y representar expectativas. Es diferente a **LN**, **EXP** e **IF THEN ELSE** en que implica un comportamiento en el tiempo. Esto es, si se sabe que valor toma x en un momento, es posible calcular **EXP(x)**, pero conocer sólo el valor de x no permite conocer el valor de **SMOOTH(x, 4)**, se necesita también saber el valor previo de **SMOOTH**. Esto es porque **SMOOTH** tiene un nivel implícito construido dentro de él.

La ecuación será:

demanda esperada =SMOOTH(demanda , tiempo de formación de expectativas)

Esta ecuación es exactamente la misma que:

demanda esperada =INTEG((demanda- demanda esperada)/Tiempo de formación de expectativas, demanda)

Cuando se usa la función **SMOOTH** Vensim crea en rigor dos variables. Una, *demanda esperada*, es tratada como un **auxiliary** que es igual a un Nivel creado por el Vensim llamado **SMOOTH(demanda, tiempo de formación de expectativas)**

Normalmente, **Vensim** oculta tales variables internamente, pero se puede mostrarlas controlando **Macro Variables: Show** en la tabla **Setting** del diálogo **Global Options** (usando el ítem **Tools** del menú **Options**). No es accesible en **Vensim PLE o PLE Plus**.

Para ingresar la ecuación correspondiente a **SMOOTH**:

- Abrir **Equation Editor** en *demanda esperada*

Debido a que *demanda esperada* se ingresó en una caja, **Vensim** lo asume como un Nivel y el Editor de Ecuaciones lo abre con este tipo seleccionado. Para ingresar la ecuación **SMOOTH**, no obstante, necesitamos cambiar el tipo a **Auxiliar**. Mantendremos la caja alrededor de la variable por el nivel oculto que contiene.

- Cambiar **Type** (tipo) de **Level** (Nivel) a **Auxiliary** (auxiliar) usando la lista desplegable.

- Pulsar en la solapa **Functions**, seleccionar la función **SMOOTH** y presionar **Intro**.

- Pulsar en la solapa **Variables**, y seleccionar *demanda*.

- Pulsar dos veces en **{stime}**, luego seleccionar *tiempo de formación de expectativas* en la lista de variables.

- Agregar las unidades Cajas/mes, igual que las unidades para *demanda*.

- Pulsar en **OK** para cerrar el **Editor de Ecuaciones**.

Hay algunas funciones que, al igual que **SMOOTH**, introducen variables y una dinámica ocultas. Incluyen **DELAY1**, **DELAY1I**, **DELAY3**, **DELAY3I**, **FORECAST**, **SMOOTH3**, **SMOOTH3I**, **SMOOTH**I y **TREND**. A menudo resulta una ayuda colocar estas variables dentro de un caja para enfatizar la idea de Nivel. Para la función **SMOOTH** en particular, dado que es muy simple, es a menudo más claro usar como alternativa la fórmula **INTEGER**, pero es cuestión de gustos.

Según se escriba **SMOOTH(x,t)** o **INTEG((x-sx)/t,x)**, en términos de diagrama se tendrá un Nivel con flechas de información en lugar de flujos entrando en él. Hay diferentes escuelas de pensamiento en relación a si se debe permitir que los Niveles aparezcan sin flujos. A menudo se usará la convención mostrada aquí para conceptos informales, tales como *demanda esperada*. En este caso no hay procesos físicos que aumenten o disminuyan un concepto de información, este simplemente se ajusta como respuesta a presiones o desbalances. **Vensim** en si mismo permite dibujar tanto flujos como flechas de información ingresando a niveles, así que es necesario elegir una convención que sea clara para aquellos a quienes se desea mostrar el trabajo.

STEP

- Abrir **Equation Edit** en *beneficios objetivo*
- Escribir “10000+” para comenzar la ecuación.
- Pulsar en **Functions Tab**.
- Seleccionar **STEP** de la lista y presionar la tecla **Intro**.
- Escribir “5000”.
- Pulsar dos veces en **{stime}** en la ecuación.
- Escribir “10”.
- Ingresar las unidades \$/mes y pulsar **OK**.

La ecuación final se debería leer

$$\text{beneficio objetivo} = 10000 + \text{STEP}(5000, 10)$$

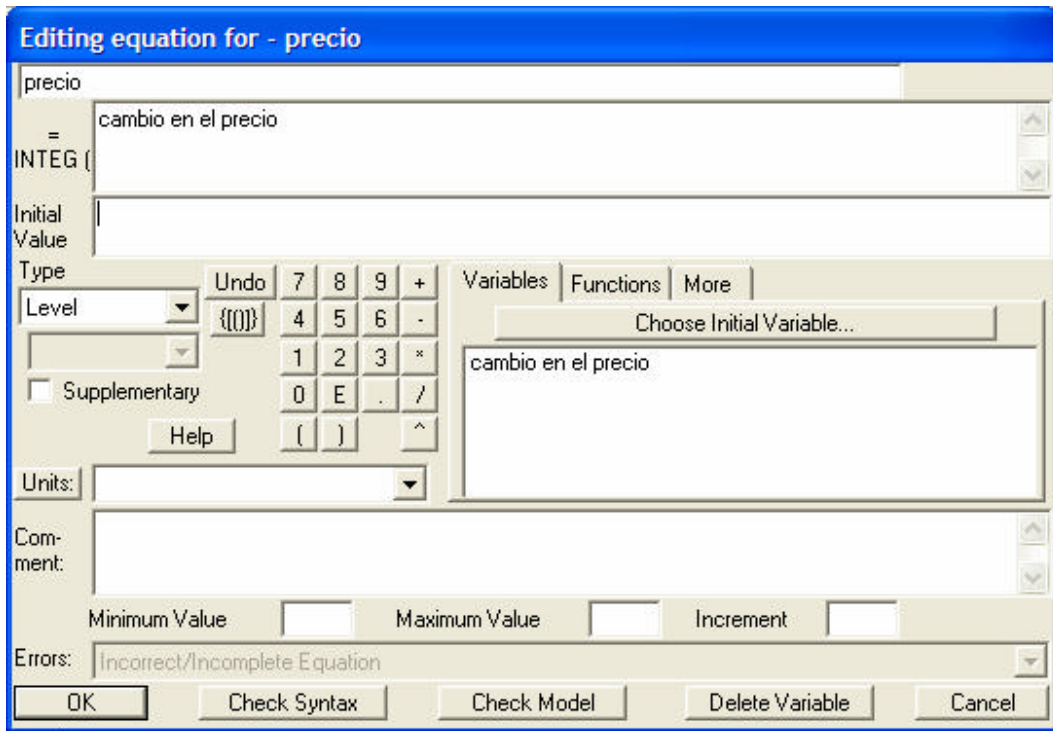
La función **STEP** es una de las funciones de entrada de uso más común. Esta función retorna 0 hasta que Time alcanza {stime} y luego retorna {sheight}. En el ejemplo retornará 0 hasta tiempo 10 y luego retornará 5000 de modo que beneficio objetivo comenzará a 10000, permaneciendo constante hasta el tiempo 10, en que incrementará a 15000. La función **STEP** es importante porque un cambio en escalón es una muy buena manera de lograr que un modelo que muestre los modos de comportamiento que puede generar. Por ejemplo, en una cadena de abastecimiento, se puede usar un cambio tipo escalón en la demanda para observar el abastecimiento.

Hay algunas funciones relacionadas a **STEP: PULSE, PULSE TRAIN, RAMP y RANDOM**. Todas estas funciones retornan un valor que es diferente en instantes de tiempos diferentes. La función **RANDOM** retorna valores que cambian aleatoriamente de periodo en periodo, aunque serán los mismos entre simulación y simulación, de modo que se puede repetir los resultados.

Otra forma común de cambiar el comportamiento es mediante **DATA**, la cual es discutida en el **Capítulo 16 “Using Data in Models”**. Se puede usar también la variable *Time* como una entrada a otras funciones, tales como **SIN(Seno)** para obtener diferentes tipos de comportamiento.

Condiciones Iniciales

El valor inicial para *precio* está dado por *precio inicial*, pero no hay una flecha desde *precio inicial* a *precio*. Cuando se abre el **Editor de Ecuaciones** en *precio* no se verá *precio inicial* listada como una entrada.



- Pulsar el botón **Choose Variable** (el botón **Choose Initial Variable** en Vensim PLE y PLE Plus).
- Seleccionar *precio inicial* de la lista presentada y pulsar **OK**.
- Entrar las Unidades en \$/Caja.
- Pulsar en **OK** para cerrar el **Editor de Ecuaciones**.

Notar que si ha dibujado una flecha desde *precio inicial* a *precio* entonces *precio inicial* aparece en la lista de entrada. No obstante, cuando se cierra el editor de Ecuaciones la flecha desaparecerá debido a que las causas iniciales no son mostradas, por defecto, en el diagrama del modelo. Si desea mantener la flecha, seleccionar del menú el ítem **Model-Settings**, pulsar en **Sketch Appearance** y tildar **Show Initial Causes on model diagrams**.

Ecuaciones Modelo

Las siguientes son las ecuaciones completas para el presente modelo. La mayoría de ellas son bastante simples y directas. Están contenidas en el modelo *clientes2_guia.mdl*

beneficios objetivo = *10000+STEP(5000 ,10)*
Units: \$/Mes

cambio en el precio = *IF THEN ELSE(precio objetivo>precio , (precio objetivo-precio)/tiempo para aumentar precio , (precio objetivo-precio)/tiempo para bajar precio)*
Units: \$/caja/mes

demanda = *demanda referencia*efecto del precio en la demanda*
Units: cajas/mes

demanda esperada = *smooth(demanda, tiempo de formacion de expectativas)*
Units: cajas/mes

demanda referencia = *100*
Units: cajas/mes

efecto del precio en la demanda = *EXP(-elasticidad de la demanda * LN(precio/precio referencia))*
Units: Dmnl

elasticidad de la demanda = *1*
Units: Dmnl

FINAL TIME = *100*
Units: Month

INITIAL TIME = *0*
Units: Month

Precio = *INTEG (*
 cambio en el precio,
 precio inicial)
Units: \$/caja

precio inicial = *100*
Units: \$/caja

precio objetivo = *beneficios objetivo/demanda esperada*
Units: \$/mes

precio referencia= 100
Units: \$/caja

SAVEPER = TIME STEP
Units: Month [0,?]
The frequency with which output is stored.

tiempo de formacion de expectativas = 6
Units: mes

tiempo para aumentar precio = 4
Units: mes

tiempo para bajar precio = 6
Units: mes

TIME STEP = 1
Units: Month [0,?]
The time step for the simulation.

Errores de simulación

El modelo creado debería estar listo para simular.

- Seleccionar del menú el ítem **Model-Check Model** o usar la combinación **Ctrl.+T**.

Se obtendrá un mensaje que dice “**Model is OK**”. Si no se obtiene este mensaje, el Editor de Ecuaciones abrirá en una ecuación que tiene un problema. Es necesario corregir los errores reportados antes de continuar.

- Seleccionar del menú **Model-Units Check** o usar la combinación **Ctrl.+U**.

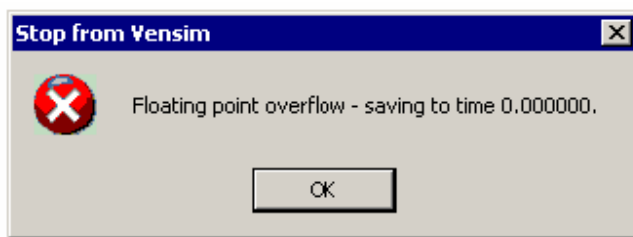
Se obtendrá un mensaje que dice “**Units are O.K**”. Si no se obtiene este mensaje, es necesario corregir los errores.

A continuación se generan intencionalmente algunos errores de simulación para ver como se resuelven estos problemas.

Errores en el valor de Tiempo Cero

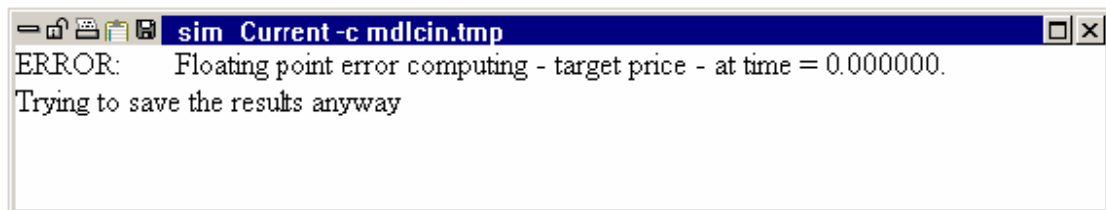
- Pulsar el botón **Setup a Simulation**.
- Pulsar en *demanda referencia*, escribir el valor 0 (cero) y apretar **Intro**.
- Pulsar el botón **Simulate**.

Se obtendrá el mensaje:



- Pulsar OK.

Aparecerá una ventana de Error.



Esta ventana informa que variable que variable estaba siendo computada y a que tiempo cuando se detectó el error. Debido a que el error ocurrió a tiempo 0, sólo es práctico buscarlo usando la herramienta **Table**.

- Pulsar en *precio objetivo* en la ventana de error para seleccionarlo en el esquema de trabajo.

Si se está usando **Vensim PLE or PLE Plus**:

- Pulsar en la herramienta **Table**.
- Pulsar en la herramienta **Causes Tree**
- Pulsar en *demanda esperada* en la salida de **Causes Tree**.
- Pulsar en la herramienta **Tabla**.

- Pulsar en beneficios objetivo en la salida de **Causes Tree**.

- Pulsar en la herramienta **Tabla**.

O si se está usando **Vensim Standard, Runtime, Professional or DSS**

- Pulsar con ratón botón derecho en la herramienta **Table**.

- Bajo **Show Link** pulsar en **Cause** y pulsar **OK**.

- Pulsar en la herramienta **Table**.

Entonces

Se verá algo como:

Time (Month)	0
precio objetivo	--
beneficios objetivo	10,000
demanda esperada	0

Al lado de *precio objetivo* se verá el valor "--.". Esto indica que *precio objetivo* nunca se ha calculado bien. Tanto *demanda esperada* como *beneficio objetivo* han sido calculados y se muestran sus valores. Dado que la ecuación para *precio objetivo* es:

$$\text{precio objetivo} = \text{beneficios objetivo} / \text{demanda esperada}$$

Está claro porque hay un error –división por cero. Para determinar porque *demanda* es cero se puede continuar trazando las causas. Se debería poder demostrar bastante rápidamente que *demanda esperada* es 0 porque *demanda* es 0, porque *demanda referencia* es 0.

Se puede fijar la ecuación para *precio objetivo* así no causará error aún cuando *demanda esperada* sea 0. Esto se hace en “Model Revisions”, a continuación.

Errores durante la simulación

- Pulsar en el botón **Setup a Simulation**.
- Pulsar en *elasticidad de la demanda*, escribir 2 (dos) y pulsar **Intro**.
- Pulsar en *tiempo de formación de expectativas*, escribir 1 (uno) y pulsar **Intro**.
- Pulsar en el botón **Simulate** y responder **Yes** a la pregunta acerca de sobrescribir.

Se verá algo similar a lo que se vio la última vez, excepto que esta vez el mensaje debería ser:

ERROR: Floating point error computing - target price - at time = 30.000000.
Trying to save the results anyway

Se puede aplicar la misma técnica de análisis usada previamente para entender el problema. La siguiente es una tabla de *precio objetivo* y sus causas:

Time (Month) 0	27	28	29	30
precio objetivo	2.09e+015	2.60e+020	2.26e+027	2.26e+027
beneficios objetivo	15,000	15,000	15,000	15,000
demanda esperada	2.84e-008	7.17e-012	5.76e-017	6.61e-024

NOTA: Para poder ver valores para todos los tiempos, se necesitará borrar la salida de la Tabla y luego pulsar en la herramienta **Table** nuevamente.

Hay dos opciones para profundizar acerca de esta salida. La primera opción es el valor para precio objetivo a tiempo 29 y 30, que son iguales a pesar de que las entradas son diferentes. Cuando ocurre un error durante la simulación, los valores obtenidos para las variables que no fueron bien calculados serán simplemente los correspondientes al tiempo anterior. Segunda opción, la razón para el error es la misma que en el caso previo.

Dado que los errores ocurrieron durante la simulación, podemos usar **Causes strip** para entender que condujo al problema.

- Pulsar en *precio objetivo* para seleccionar dentro del esquema de trabajo.
- Pulsar en **Causes strip**.
- Trazar las causas del comportamiento usando **Causes strip** a través de la secuencia, *demanda esperada*, *demanda*, *efecto del precio en la demanda*, *precio*, *cambio en el precio* y luego nuevamente a *precio objetivo*.

Hemos seguido el trazado de un lazo de retroalimentación positivo que es mayor *precio*, menor *demanda*, menores *ventas esperadas*, necesidad de lograr un mayor *precio*.

Oscilaciones misteriosas

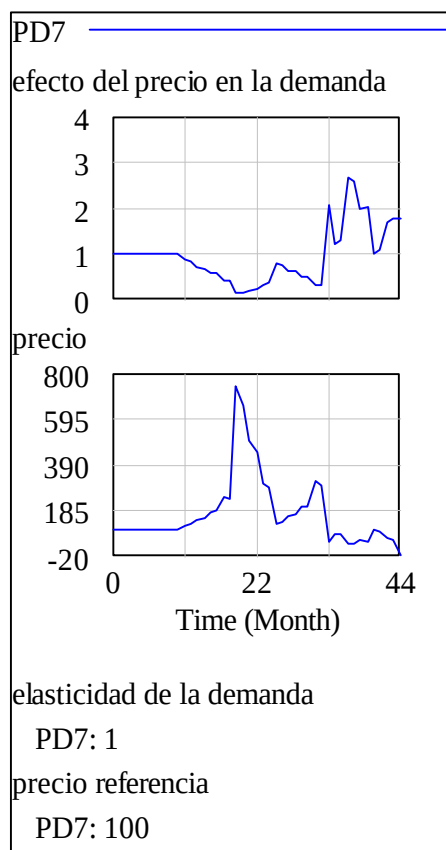
- Pulsar en el botón **Setup a Simulation**.

- Pulsar en *tiempo de formación de expectativas*, escribir el valor 0.5 y pulsar **Intro**.

- Pulsar en el botón **Simulate** y responder **Yes** a la pregunta acerca de sobrescribir..

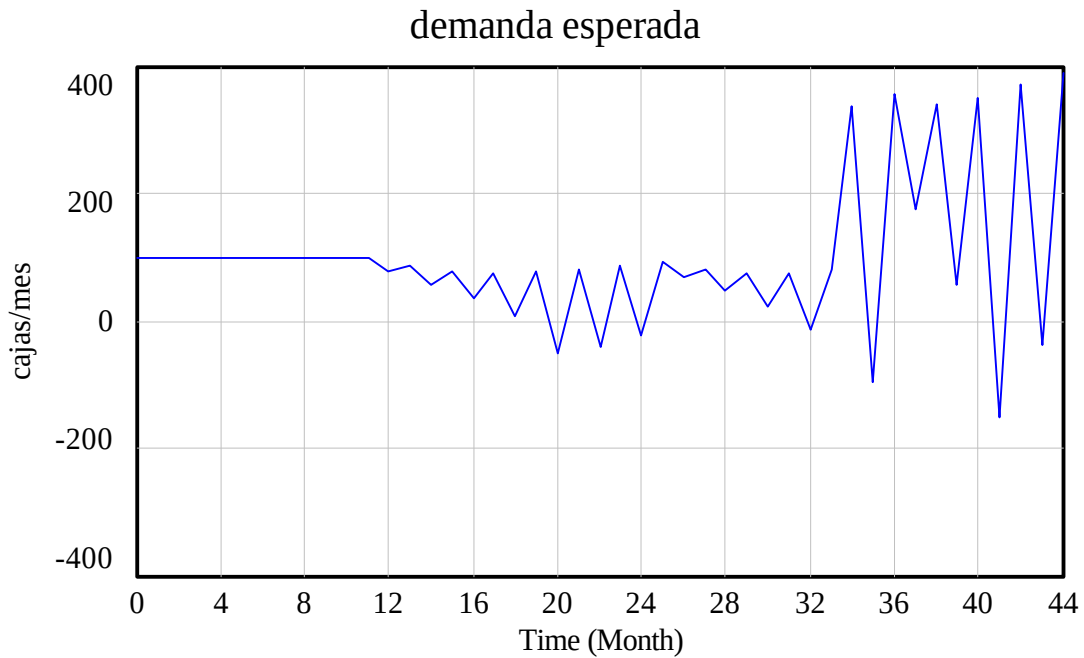
Se debería ver un informe de error que ocurre mientras se calcula *efecto del precio en la demanda* en el tiempo 44.

- Pulsar en *efecto del precio en la demanda* y pulsar en **Causes Strip**.

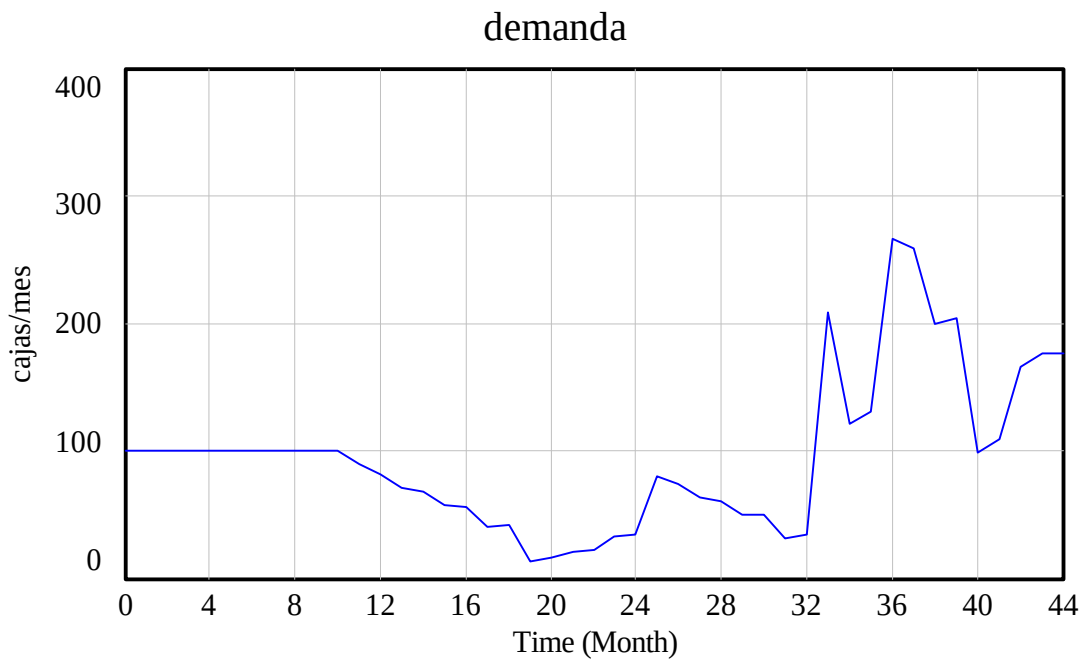


Los valores muestran gran variación, pero la fuente de error es el valor negativo que el *precio* toma al final.

- Seguir las causas del comportamiento usando **Causes strip** a través de la secuencia *efecto del precio en la demanda*, *precio*, *cambio en el precio*, *precio objetivo* y finalmente *demanda esperada*.



demanda esperada : PD7



demanda : PD7

demanda esperada se hace negativa, aún cuando *demanda* es siempre positiva. Esto ocurre porque se estableció la constante de tiempo para cambiar la demanda esperada a un valor menor que TIME STEP.

Comportamientos como el que se muestra aquí son a menudo resultado de problemas similares. Si se observa algún tipo de oscilación y no se puede encontrar el problema, probar cambiando TIME STEP a un número menor. Si esto provoca una gran diferencia en el comportamiento, probablemente se tiene una constante de tiempo demasiado pequeña. Observar que tales constantes de tiempo no pueden ser explícitamente definidas en la forma que lo es *demanda esperada*.

Errores en la Integración

Hay otro mensaje de error que se muestra. Su forma es:

ERROR:

Floating point error integrating - Big Level - at time = 340.0

Trying to save the results anyway

Este error indica que aunque se pueden calcular todas las ecuaciones, cuando los flujos se agregan en un nivel éste toma un valor demasiado grande. Este tipo de error puede ser debido a una retroalimentación positiva.

Revisiones del Modelo

Hay una corrección que se debiera desear hacer para que el modelo sea más robusto. Se puede reemplazar la ecuación para *precio objetivo* con algo que se comportará correctamente aún cuando la *demanda esperada* sea 0. La corrección del modelo se guardará en *precio3_guia.mdl*.

XIDZ

- Agregar la variable *precio máximo* al esquema cerca de *precio objetivo*.
- Dibujar una flecha desde *precio máximo* a *precio objetivo*.
- Seleccionar **Equation Edit** y pulsar en *precio objetivo*, entrar la ecuación:

Precio objetivo = MIN (XIDZ(*beneficios objetivos*, *demanda esperada* , *precio maximo*), *precio maximo*)
Units: \$/Caja

- Agregar la ecuación para *precio maximo*.

precio máximo = 25000
Units: \$/caja

La función XIDZ efectúa la división excepto cuando esta sea por cero, en cuyo caso retorna el tercer argumento. En otras palabras:

XIDZ(beneficios objetivo, demanda esperada, precio maximo)

es la misma que:

beneficio objetivo/demanda esperada

Excepto cuando la demanda esperada es 0. En este caso la primera retorna *precio máximo*, mientras que la segunda causa error.

La función XIDZ es muy usual cuando se sospecha que algunas variables pueden legítimamente tomar valor 0 y se desea que la simulación continúe. Una función íntimamente relacionada es ZIDZ, que retorna 0 cuando se divide por 0.

8 Construir una función con Lookups

En el capítulo previo se desarrolló un modelo que usa algunas funciones. Aunque las funciones se pueden usar para representar numerosas relaciones entre variables, no siempre son suficientes. A menudo es más fácil crear funciones con las propiedades o formas que uno desee.

Mediante Lookups es posible definir relaciones entre unas variables y sus causas ajustadas a la necesidad del usuario.

Una ecuación puede ser definida como una función especialmente construída de la forma:

$$y = \text{mi función}(x)$$

La variable de salida y cambia según un valor x de entrada a través de la función *mi función*, la cual tiene una forma (comúnmente no lineal) especificada por el usuario.

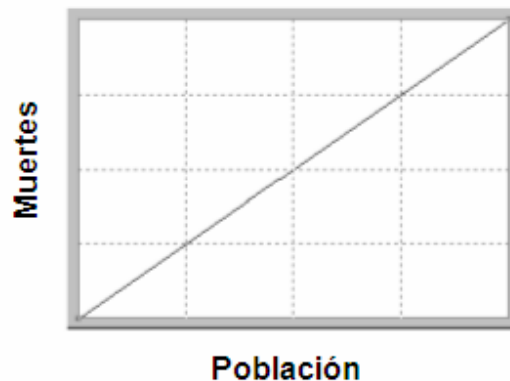
Los Lookups se conocen también como Funciones Lookup, Funciones Gráficas, Tablas Lookup o simplemente Tablas. Se pueden construir como una tabla de números (en el Editor de ecuaciones), o como un gráfico (en el Editor Graph Lookup).

Copyright © 1998-2007 Ventana Systems, Inc.
Traducido al español con autorización
Copyright de la traducción (c) 2007 Juan Martin Garcia

Causal Tracing, Reality Check, Vensim and Ventana
son marcas registradas de Ventana Systems, Inc.

Los límites del crecimiento de conejos

El modelo de población del Capítulo 6 se amplía en este capítulo para incluir las consecuencias del crecimiento de la población en un ambiente con una limitada capacidad de carga. El crecimiento no controlado del modelo previo (*pop_guia.mdl*) se reemplaza por un crecimiento limitado por el tamaño de la población en relación con la capacidad de carga del medioambiente local (*conejos_guia.mdl*).

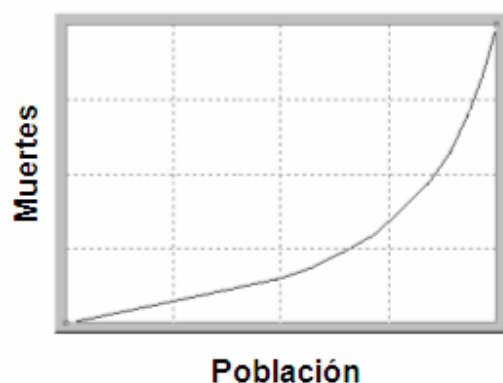


Esto *no* significa que las *muertes* se incrementarán linealmente a lo largo del tiempo. La linealidad significa que las *muertes* aumentarán en la misma manera que *Población* (si *Población* crece exponencialmente, lo mismo ocurrirá con *muertes*).

Podemos hacer una tabla Lookup que exprese esta relación lineal, pero es más fácil simplemente usar una constante (que tenga el mismo valor que la pendiente de un gráfico Lookup) multiplicado por *Población*. De hecho, el modelo desarrollado en el Capítulo 6 utiliza *Población/esperanza de vida*, de modo que la pendiente de la línea recta será $1/\text{esperanza de vida}$. Se eligió esta expresión porque es mucho más fácil entender que es *esperanza de vida* (y que significa su cambio) que entender la forma y la pendiente de una curva.

Queremos que en este modelo *muertes* se incremente más rápido a medida *Población* incrementa su tamaño. Esto ocurre porque las poblaciones mayores se encuentran más cerca que los límites de reserva (tal como comida), y por lo tanto, los conejos morirán, en promedio, más rápidamente. Estamos buscando una función tal como:

Es posible desarrollar tal función usando Lookups, y es lo que se hará a continuación. Antes de hacerlo, no obstante, es importante normalizar las entradas y salidas del Lookup.



Lookups normalizados

La función gráfica dibujada antes tiene el número de conejos como entrada y el número de conejos que mueren por año como salida. Este es un gráfico difícil de crear, y más aún, muy difícil de modificar. Supongamos que se desee entender que ocurre cuando se introduce una raza de conejos más longevos: se debe cambiar la función completa. O supongamos querer entender el efecto de incrementar la capacidad de carga el ambiente en el que viven los conejos: nuevamente se debería cambiar la función completa.

Una entrada normalizada se construye alrededor de puntos de referencia tales como 0,0 y 1,1. La entrada se ajusta para ser adimensional e independiente de las unidades de medida o la escala de otras variables en el modelo. La salida es a menudo adimensional y también independiente de las unidades de medidas y la escala de otras variables. Por ejemplo, supongamos que vamos a medir *Población* en miles de conejos y *muertes* en miles de conejos por mes. Un Función Lookup que tome *Población* como entrada y *muertes* como salida ya no sería válida.

Por el contrario, una función Lookup normalizada usando *Población* en relación a *capacidad de carga* como entrada y *efecto sobre las muertes* como salida actúa sobre una línea de base o un número normal de muertes (*Población / esperanza de vida*) y no necesita ser cambiada cuando cambian las unidades de medida o las escalas.

La normalización nos permite alcanzar en la función Lookup la relación deseada de comportamiento frente a un conjunto de valores. Si la información acerca del tamaño o las características de la población cambian, se puede simplemente cambiar el valor de *capacidad de carga* o *esperanza de vida*, sin cambiar la función Lookup.



Para normalizar, dividir la variable de entrada por un valor normal promedio (por ej *Población/capacidad de carga*). Cuando la población real es igual a su valor normal, la entrada a Lookup es 1. Otros valores de *Población* variarán la entrada a valores mayores o menores que 1. También es usual hacer variar los valores de salida de un Lookup en el entorno de 1. La salida del Lookup puede ser usada luego para hacer variar otra variable del modelo por debajo o por arriba de su valor normal. Otra manera de decirlo

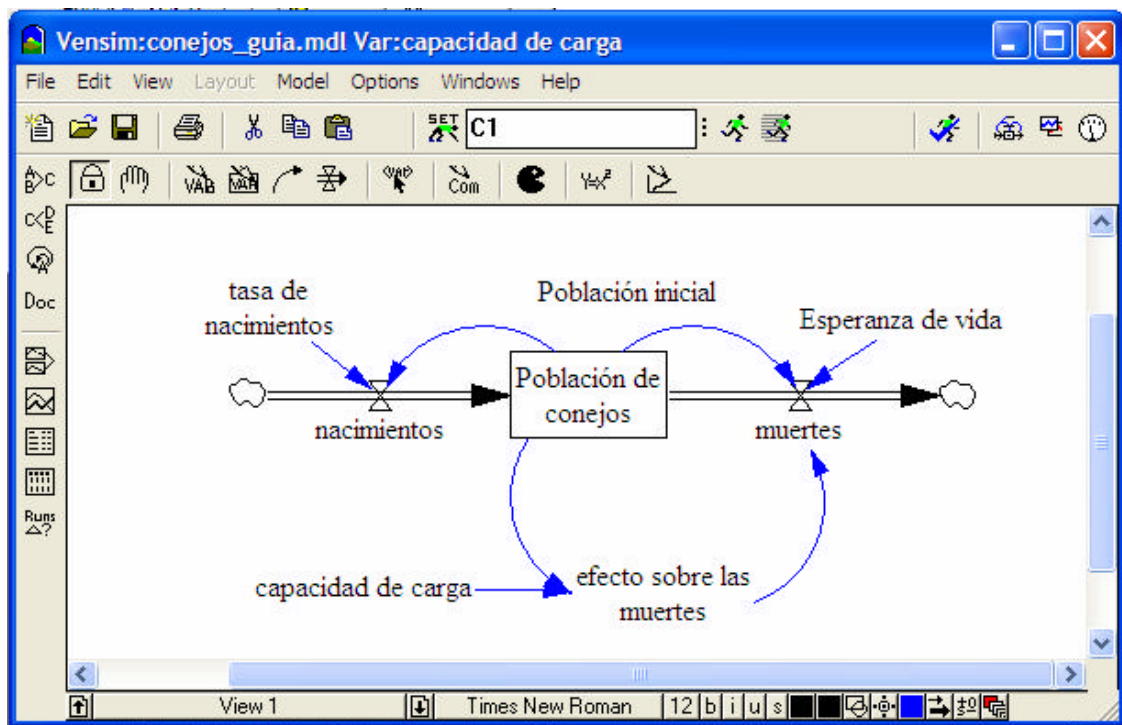
es: cuando la variable de entrada es igual a su valor normal o promedio, la salida del Lookup es 1 y en consecuencia no tiene efecto sobre el valor de la variable conectada a ella.

NOTA: Esta fórmula es similar al ejemplo de ecuación Lookup del comienzo de este capítulo, $y = fn(x)$, pero toma dos variables como la entrada (normalizada) y calcula la salida relativa al valor normalizado: $y = normal\ y * fn(x / normal\ x)$.

Dibujar el modelo

Este modelo (*conejos_guia.mdl*) muestra la manera simple y directa de construir modelos con funciones Lookup. La normalización se hace *dentro* de la variable Lookup de salida *efecto sobre las muertes* y la salida de esta variable actúa directamente sobre el flujo *muertes*. Para ver un ejemplo en el que la entrada y las salidas están separadas, ver la sección Separar Variables Normalizadas más adelante en este capítulo, o abrir el modelo *conejos2_guia.mdl*. Este es funcionalmente el mismo modelo que *conejos_guia.mdl* pero contiene más variables. El usuario puede decidir cual es más claro.

- Pulsar en el botón **New Model**
- En el diálogo Model Settings, tabla Time Bounds, escribir 30 para FINAL TIME, escribir (o seleccionar de la lista desplegable) 0.125 para TIME STEP. Pulsar en la lista desplegable para **Units for time**, y seleccionar **Year** (o escribir Año)
- Pulsar la tabla **Unit Equiv**. En la caja de edición, escribir conejo, conejos y luego pulsar en el botón **Add Editing**. Pulsar en **OK** (o presionar Intro).
- Dibujar el modelo mostrado en el diagrama siguiente.
- Guardar el modelo (por ej , *conejo_guia.mdl*) en el directorio *guide/chap08*.



Entrar las ecuaciones

- Pulsar el icono **Ecuaciones**, pulsar en las variables y entrar las ecuaciones y unidades de medida como sigue:

Población de conejos = INTEG (nacimientos - muertes, población inicial)
Units: conejo

población inicial = 1000
Units: conejo

tasa de nacimientos = 0.23
Units: 1/Año

esperanza de vida = 8
Units: Año

*nacimientos = Población de conejos * tasa de nacimientos*
Units: conejo /Año

muertes = (Población de conejos /esperanza de vida) efectos sobre las muertes*
Units: conejo /Año

capacidad de carga = 1000
Units: conejo

La variable *capacidad de carga* no es el número máximo de conejos que el medioambiente puede sostener. En realidad, *capacidad de carga* representa el número *normal* de conejos para ese entorno. Deberíamos usar una formulación diferente si deseamos representar la capacidad de carga.

Inicializamos el Nivel con la constante *población inicial* en lugar de escribir un número. Esto nos permite cambiar valores durante los experimentos de simulación. Observe que la ecuación *muertes* tiene un multiplicador, *efecto sobre las muertes* el cual modificará el valor de *muertes*.

Recordar: para añadir una variable como valor inicial usar el botón **Chose Variable** (**Chose Inicial Variable** in PLE and PLE Plus) en la tabla **Variables**.

Crear y normalizar Lookups

- Seleccionada la herramienta **Ecuaciones**, pulsar en *efecto sobre las muertes*

Bajo la etiqueta **Type** hay dos menús desplegables, uno que muestra Auxiliary, y el otro Normal.

- Pulsar en el menú desplegable Normal y seleccionar **with Lookup**

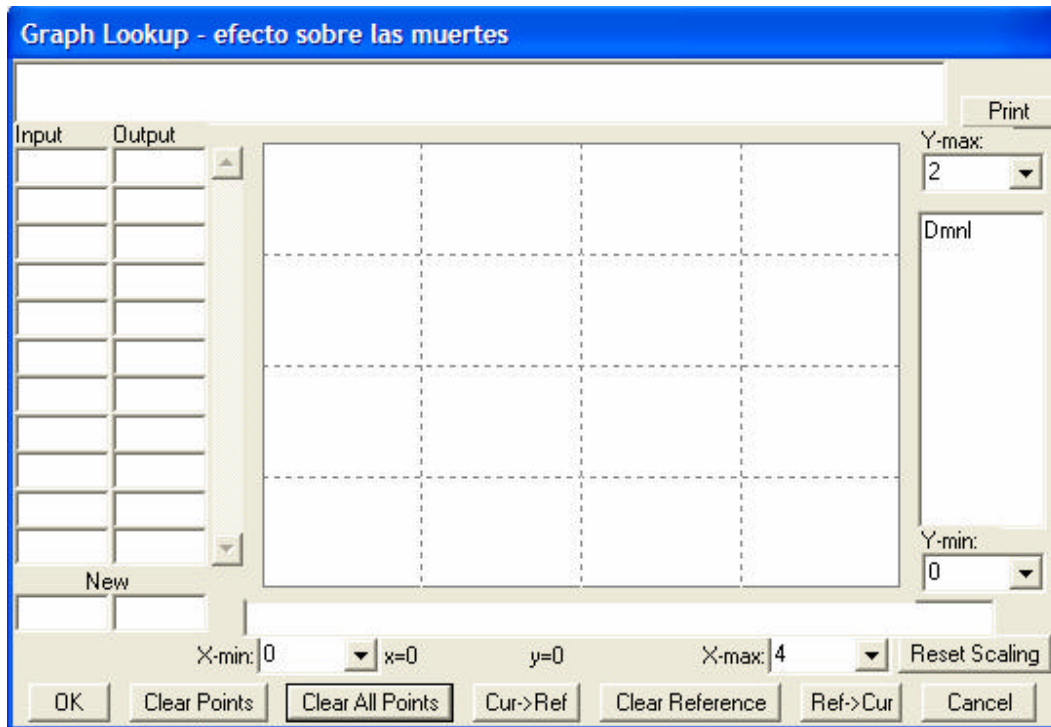
Esto crea una tabla Lookup incluida dentro de la ecuación de la Variable Auxiliar.

- Pulsar en la tabla Variables y luego pulsar en la variable Población de conejos de la lista.
- Escribir un signo de dividir (/) y luego pulsar *capacidad de carga*

efecto sobre las muertes = WITH LOOKUP (Población de conejos / capacidad de carga)

Si *Población de conejos* cambia, *efecto sobre las muertes* cambiará de acuerdo a la forma de la función Lookup. Ahora necesitamos crear la tabla real de valores o el gráfico que describe el Lookup.

Pulsar en el botón **As Graph** en el Editor de Ecuaciones (bajo el menú **Type**). Se abre el editor de Gráficos Lookup:



- Abrir el menú **New** (valores) en la izquierda, cerca del ángulo inferior izquierdo, escribir 0 y presionar tecla Intro. El cursor se mueve al menú a la derecha, escribir 0.9 y presionar Intro nuevamente. El cursor se mueve nuevamente a la izquierda y los números ingresados se mueven a las columnas de entrada/salida haciendo espacio para que se pueda ingresar nuevos números.
- Continuar ingresando el resto de los pares de números siguientes, presionando Intro cada vez que se escribe un valor. El gráfico se autodibujará.

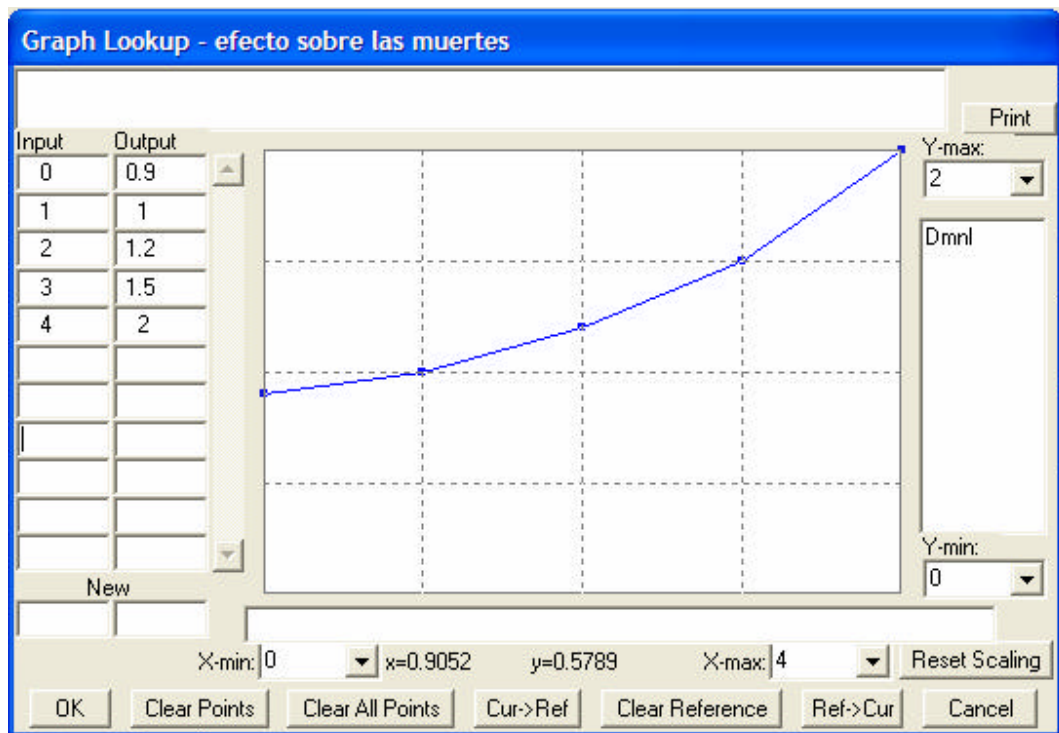
$(0,0.9)$, $(1,1)$, $(2,1.2)$, $(3,1.5)$, $(4,2)$

- Alternativamente, se puede dibujar el gráfico usando el puntero y presionando en el gráfico para agregar puntos, y arrastrando los puntos para reposicionarlos en el gráfico. Primero es necesario fijar **X-max** e **Y-max** en valores 4 y 2 respectivamente.
- Pulsar el botón **Reset Scaling** para fijar las escalas X e Y en sus puntos.

No hay que preocuparse por obtener los valores numéricos exactos para los puntos mostrados en la figura si se están agregando puntos con el ratón. La forma de la curva es más importante que los valores exactos. Pero el punto (1,1) debe ser colocado con exactitud porque es un punto de referencia: cuando Población de conejos es igual a capacidad de carga, no hay cambio en el flujo normal de muertes.

Edición de valores

- Se pueden modificar los valores en la lista **Input/Output** o arrastrando un punto en el gráfico.
- Para eliminar un punto, pulsar el botón **Clear Points** y luego, con el ícono **Delete** pulsar sobre el punto en el gráfico. El gráfico se verá:



- Pulsando OK se cierra el Editor de Gráficos Lookup.

Ahora se verá la ecuación del gráfico expresada como una tabla de valores encerrados en paréntesis. Estos valores se podrían haber escrito directamente, pero en cambio los hemos generado en el Editor de Gráficos Lookup.

- Agregar las unidades *Dmnl* (dimensionless, adimensional, que también es posible escribir) en el menú **Units**, y luego pulsar **OK** para cerrar el Editor de Ecuaciones.

Es importante entender el significado de unidades *Dimensionless*. Cuando normalizamos la entrada al Lookup, dividimos *Población de conejos* (medida en conejos) por *capacidad de carga* (también medida en conejos), adimensionando la variable.

- Pulsar el botón **Save** de la Barra de Herramientas para guardar el modelo.

Controlar la sintaxis del modelo y los errores en las unidades

Antes de simular el modelo, se deben controlar errores en las ecuaciones y en las unidades.

- Seleccionar **Model:Check Model** desde el menú (o presionar Ctrl+T); se obtendrá un menú de información que dice “Model is OK”.

Si el modelo tiene errores revise que las ecuaciones del modelo son coherentes con el diagrama. Si las ecuaciones parecen correctas abra el Editor de Ecuaciones de cada variable y revise su ecuación con el listado anterior.

- Seleccionar **Model:Units Check** desde el menú (o presionar Ctrl+U); se obtendrá un menú de información que dice “Units are OK”.

Si se genera un error de unidades, leer la ventana de Salida para ver que variables están fallando en el control. Abrir el Editor de Ecuaciones en cada variable y controlar las unidades contra las ecuaciones que se listan arriba. A menudo, las unidades que presentan errores de control son indicación de ecuaciones incorrectamente formuladas.

Simulación del modelo

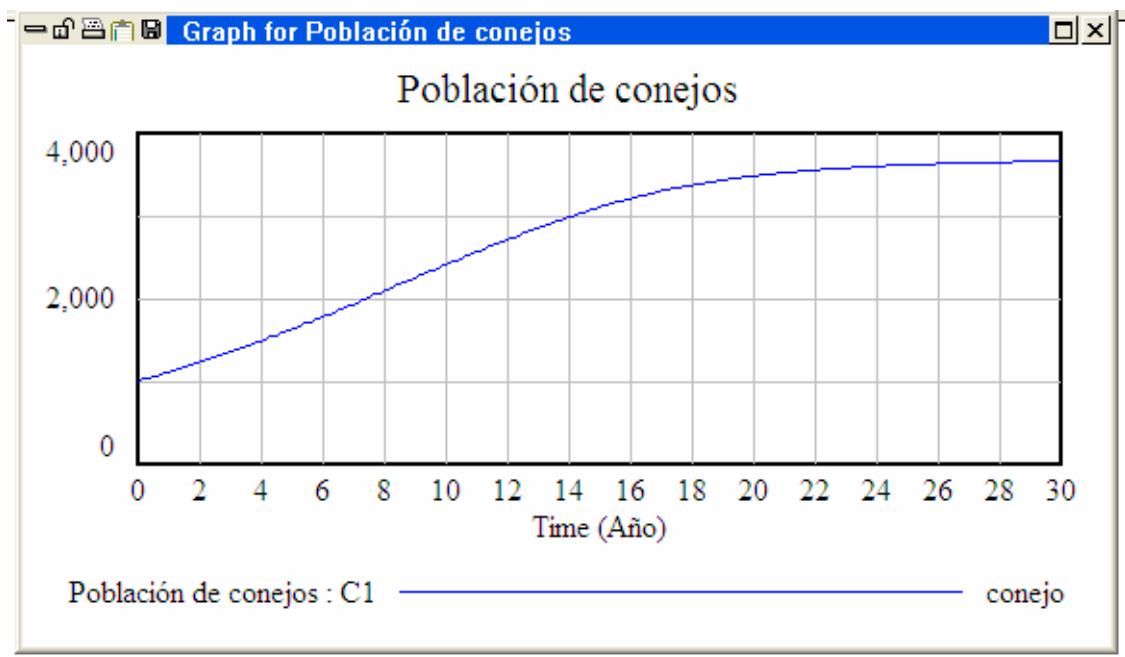
- Pulsar en la caja del **editor de simulaciones** en la barra superior y escriba un nombre para la primera simulación, por ejemplos base.

- Pulsar en el icono **Simulate (Simular)**.

El modelo se simula, mostrando una ventana que se indica que está en proceso hasta que lo concluye (en un PC rápido no verá esta ventana).

Análisis del modelo

- Pulsar el nivel *Población de conejos* en el modelo. Esto lo selecciona como una “Workbench Variable”. Controlar la barra de títulos en la parte superior de la ventana de Vensim para ver que *Población de conejos* está seleccionada.
- Pulsar en la herramienta **Graph**. Se genera un gráfico de *Población de conejos*

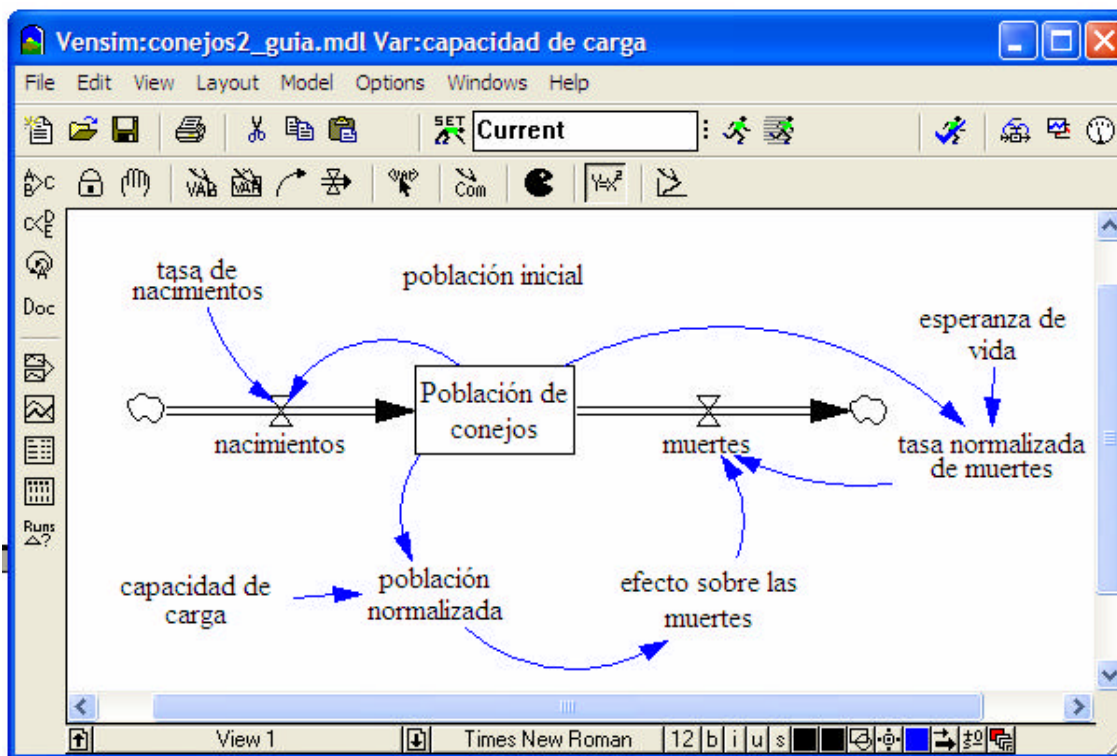


Podemos ver que *Población de conejos* primero crece exponencialmente y luego crece más y más lentamente hasta que eventualmente se aproxima a 3500 (esto es debido al efecto de la tabla Lookup).

Separar variables normalizadas.

Esta sección es opcional y permite ver la construcción de un modelo con el mismo comportamiento que el *conejos_guia.mdl* ya construido.

Las tablas Lookup pueden ser usadas para modificar las variables del modelo por encima o por debajo de sus valores normales. En el modelo previo, los valores normales estaban implícitos y ocultos en la ecuación del flujo de muertes. En otros modelos, se podría desear tener el valor normal en forma explícita. Esto deberá ser una Constante, o una Variable Auxiliar tal como *tasa normalizada de muertes* en el modelo *conejos2_guia.mdl* que se muestra a continuación.



Este modelo también incluye una entrada normalizada explícita (separada), en lugar de normalizar de forma oculta la variable dentro de *efecto sobre las muertes*.

- Guardar el modelo previo bajo otro nombre (*conejos2_guia.mdl*) y luego crear la estructura que se muestra arriba.
- Para cambiar las flechas desde el flujo *muertes* hasta la Variable Auxiliar *tasa normalizada de muertes*, use la herramienta **Move/Size (Mover/Tamaño)** para seleccionar el extremo de la flecha y colocarlo sobre la Variable Auxiliar. Alternativamente se pueden borrar las flechas usando la herramienta **Delete (Borrar)** y pulsar sobre la punta de la flecha, para luego dibujar una nueva con el icono **Arroz (Flecha)**.

- Pulsar en *tasa normalizada de muertes* y entrar las siguientes ecuaciones (las mismas ecuaciones que usamos para *muertes* antes de introducir el efecto desde el Lookup) y unidades, y luego presionar Intro:

tasa normalizada de muertes = *Población de conejos* / *esperanza de vida*
Units: conejo/Año

- Pulsar en *muertes* y reemplazar la ecuación con la siguiente:

muertes = *tasa normalizada de muertes* * *efecto sobre las muertes*

- Pulsar en *población normalizada* e ingresar la ecuación siguiente:

población normalizada = *Población de conejos* / *capacidad de carga*

Units: Dmnl

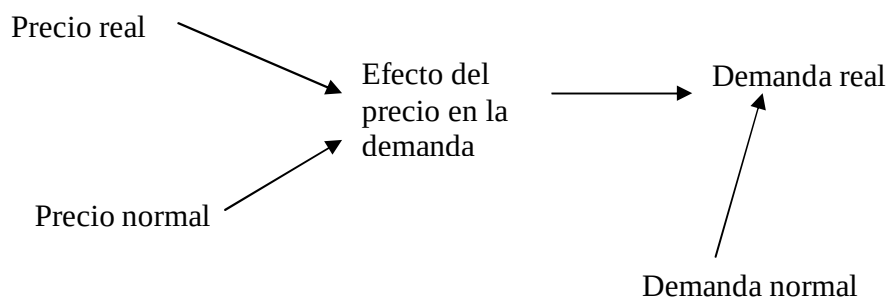
- Pulsar en *efecto sobre las muertes* y reemplazar la ecuación en el menú de edición WITH LOOKUP (dejando la tabla Lookup y las unidades tal como estaban):

Efecto sobre las muertes=WITH LOOKUP(población normalizada)

Cuando cierre el Editor de Ecuaciones ya no deben aparecer variables remarcadas en el diagrama.

- Pulsar en el botón **Save** en la barra de herramientas y guardar el modelo.

Notar que la variable de salida como *tasa normalizada de muertes* podría (en un modelo diferente) ser una Constante, y no una Variable Auxiliar como lo es aquí. Considerar, por ejemplo, la estructura



Simulaciones

- Antes de hacer una simulación, efectúe una revisión del modelo y de las ecuaciones con Units Check (Ctrl + U) y un Model Check (Ctrl + T)
- Elija un nombre para la simulación. Observe los resultados con las herramientas del gráfico. Se obtendrá exactamente el mismo comportamiento que el modelo previo (ver gráficos anteriores).

Un aspecto a tener en cuenta es la variable adicional *tasa normalizada de muertes*. Esta variable calcula cual debería ser la cantidad de muertes si no hubiera una población excesiva que afecta el flujo de *muertes* (a través de la tabla Lookup). Podríamos haber incluido este cálculo en el flujo *muertes* como en el modelo previo (*conejo_guia.mdl*), pero se eligió separarlo por claridad y para mostrar el uso de una salida de Lookup afectando una variable normalizada.

Cambiar los Lookups del modelo

Hagamos un cambio temporal en el Lookup y simulemos el modelo nuevamente.

- Pulsar el botón **Set Up a Simulation**
- Pulsar en el menú editor **Runname** y escribir run2 o cualquier otro nombre para la simulación.
- Pulsar en la variable *efecto sobre las muertes* que aparece amarillo/azul en el esquema del modelo.

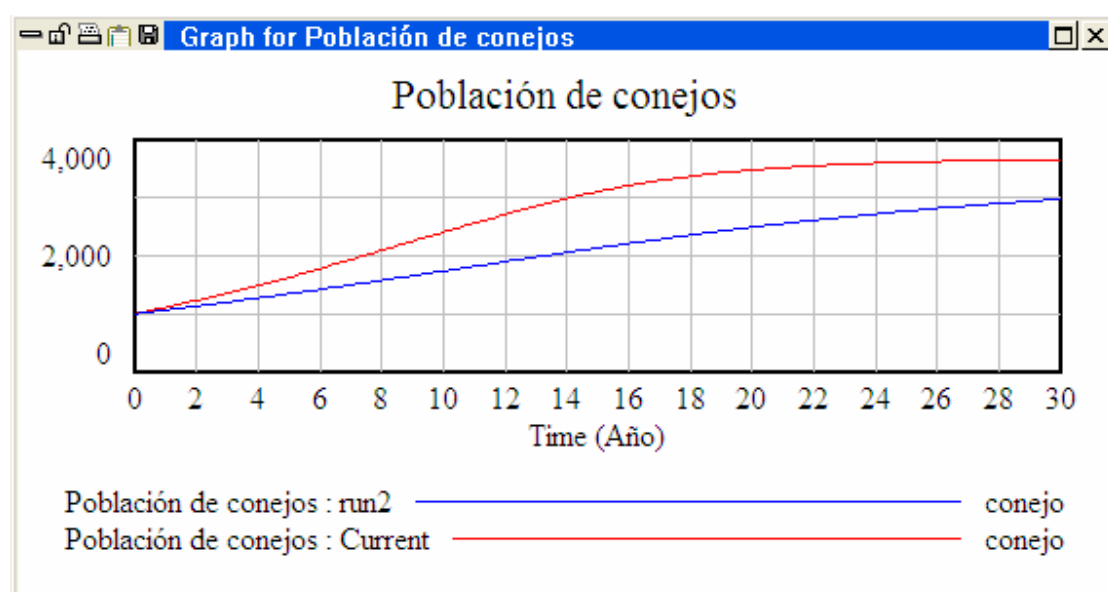
Aparecerá el Editor de Gráficos Lookup.

- Con el ratón mueva alguno de los puntos en el gráfico para cambiar la inclinación de la curva. Por ejemplo, arrastre los puntos un poco más arriba. Si fuera necesario, incremente o disminuya la escala pulsando en los menús desplegables para **Y-max: Y-min: X-max: X-min:** o escriba en ellos nuevos valores. Puede también agregar o borrar puntos adicionales. (También puede cambiar los valores desde el teclado en los campos **Input** y **Output** a la izquierda. Pulsar en el botón OK.

Este cambio es *temporal* y vale sólo para esta simulación, y no ejerce influencia permanente sobre los valores del modelo.

- Pulsar el botón **Simulate** para efectuar la simulación.
- Pulsar en *Población de conejos* para seleccionarla, y luego en la herramienta **Graph**.

Se debería obtener un gráfico como el que se muestra a continuación, mostrando un menor tamaño final de *Población de conejos*, o algo similar. El gráfico mostrado es el resultado de incrementar el efecto de la tabla Lookup (incrementar los valores).



Lookups con Nombre

En los modelos previos se usó una Variable Auxiliar con subtipo with Lookup para entrar el efecto no-lineal de la densidad de población sobre la tasa a la cual mueren los conejos. En algunos casos, es deseable colocar un nombre a la forma funcional. Esto es especialmente útil si se desea usar el Lookup en más de un lugar del modelo.

- Guardar el modelo *conejo2_guia.mdl* con un nuevo nombre (*conejo3_guia.mdl*).
- Pulsar el icono Variable y agregar una nueva, *efecto del aumento de población en la función muertes*.
- Dibujar una flecha desde *efecto del aumento de población en la función muertes* hacia *efecto sobre las muertes*.
- Abrir el editor de ecuaciones para *efecto del aumento de población en la función muertes*.
- Pulsar en el menú desplegable para tipo de variable y elegir Lookup. Pulsar en **As Graph** para abrir el Graph Editor y entrar los valores tal como se hizo anteriormente.
- Cerrar el Graph Editor, agregar Dmnl y pulsar **OK** para cerrar el Editor de Ecuaciones. La ecuación se verá:

efecto del aumento de población en la función muertes
([(0,0)-(4,2)], (0,0.9),(1,1),(2,1.2),)3,1.5),(4,2))
Units: Dmnl

- Abrir el editor de ecuaciones en *efecto sobre las muertes*.
 - Seleccionar el subtipo Normal desde el menú desplegable. La ventana inferior desaparecerá. Pulsar en el comienzo de la ecuación y seleccionar *efecto del aumento de población en la función muertes* de la lista de **Variables**. Agregar paréntesis () alrededor de *población normalizada*.
- Efecto sobre las muertes*= *efecto del aumento de población en la función muertes* (*población normalizada*)
- Pulsar OK para cerrar el menú.

Este modelo es exactamente el mismo que *conejos2_guia.mdl* excepto que la relación Lookup ha sido explícitamente nombrada. Si bien nombrar los Lookups de esta manera puede resultar engorroso para una relación simple como la que se define aquí, puede ser de mucha ayuda en situaciones más complejas, especialmente si se desea usar la misma relación no lineal en más de un lugar del mismo modelo. Cuando se pulsa sobre el botón Simulation Setup se abrirá una opción que permite cambiarlo.

9 Vistas múltiples

Vensim PLE ya permite utilizar múltiples vistas. En versiones anteriores, el **Vensim PLE** permite abrir los modelos que tienen múltiples vistas pero no permite su creación. Dado que los modelos grandes creados en una sola pantalla o vista son muy incómodos de leer, esto tiende a favorecer hábitos cuestionables en el modelado. Afortunadamente, la poca complejidad agregada al permitir vistas múltiples será neutralizada por la tendencia a construir diagramas realmente complicados.

Como trabajan las vistas

Los modelos grandes se pueden presentar más claramente en vistas múltiples que en una vista simple. Las vistas pueden ser concebidas como similares a las páginas de un libro, donde cada una cuenta una parte de la historia. Cada vista muestra un diagrama y está conectada a una o varias de las otras vistas a través de variables o variables sombra. Las vistas múltiples permiten desglosar el modelo en sectores, tales como producción, finanzas, clientes y otros.

Modelos Gráficos y Variables

La forma final de un modelo en Vensim son las ecuaciones o el texto. Un esquema o una vista gráfica de un modelo no podrá mostrar todas las variables presentes o todas las relaciones entre estas variables. Cuando se dibuja un nuevo modelo, se agregan variables a la vista. Estas variables pueden ser borradas de la vista pero pueden estar aún presentes en el modelo. Las variables y la estructura pueden ser también ocultadas con la herramienta **Magic Wand (Varita mágica)**. Las variables se pueden agregar directamente al modelo usando el **Editor de Ecuaciones** (o el **Editor de Texto** en **Professional y DSS**); estas variables no se verán en el diagrama a menos que se las agregue (usando la herramienta **Variable**) o **Vensim** las agregue (como causa de otra variable).

Los modelos representados gráficamente pueden mostrar la misma variable en muchas vistas diferentes; por el contrario, un variable presente en un modelo puede no ser mostrada en ninguna vista. La variable puede ser mostrada como una **variable común** (con sus causas anexas) o como una **variable sombra** (sin sus causas anexas).

NOTA: Es posible construir modelos separados en vistas diferentes, pero no se recomienda a menos que pretenda conectarlos a posteriori. Es mejor construir nuevos modelos completos (esto les da su propio nombre y sus propios Límites de Tiempo).

Copyright © 1998-2007 Ventana Systems, Inc. Traducido al español con autorización Copyright de la traducción (c) 2007 Juan Martin Garcia Causal Tracing, Reality Check, Vensim and Ventana son marcas registradas de Ventana Systems, Inc.
--

Modelo de Difusión en Clientes

Este modelo describe un proceso de difusión simple, donde los *Clientes Potenciales* de un producto son influenciados para comprarlo por los comentarios de los *Clientes* (quienes ya poseen el producto). La primera vista muestra el proceso de difusión. La segunda vista agregará la variable *Capacidad* la cual limita la cantidad de producto vendida a un dado tiempo. La tercera vista describirá los *beneficios por ventas* generadas por las ventas de producto. Algo de la teoría que sustenta este modelo se discute en el **Capítulo 4** de la **Guía para el Modelado (Modeling Guide)**

Construir el Modelo de Difusión

- Abrir el modelo: Pulsar el botón **Open Model** (abrir modelo) y seleccionar el modelo *clientes1_guia.mdl* (o si se prefiere la versión en inglés, *guide\chap09\complete*) y luego pasar a la sección del manual “**Simulando el modelo**”

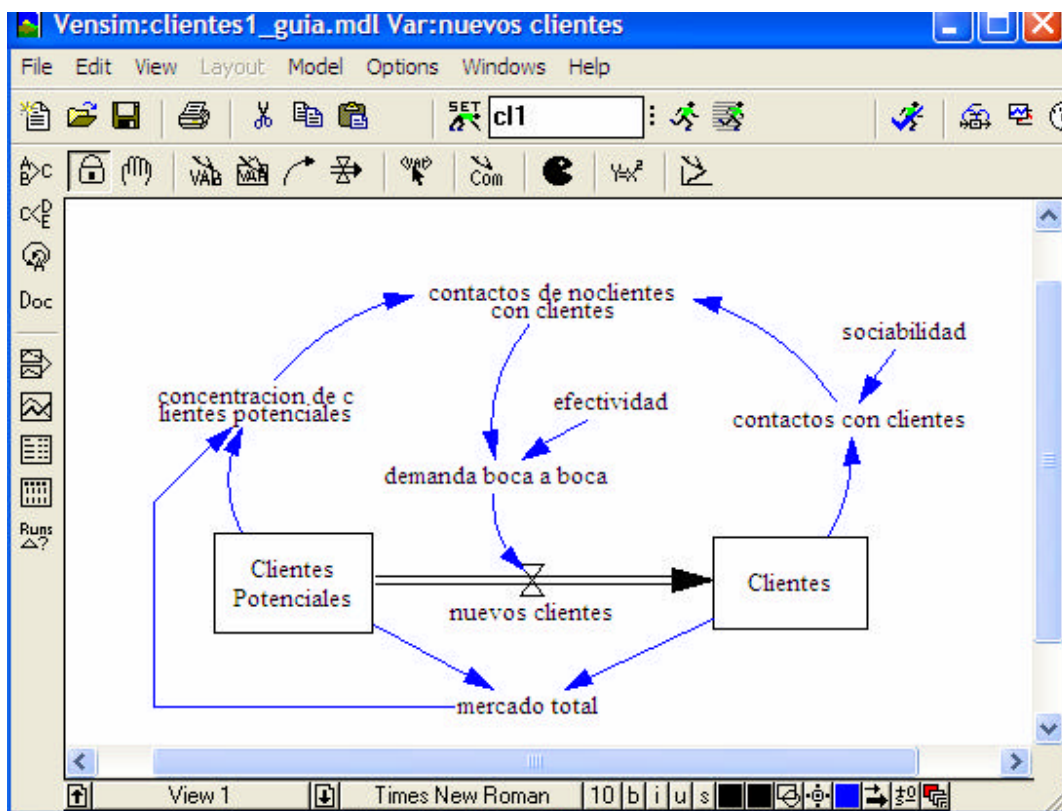
O

- Construir un nuevo modelo: Pulsar en el botón **New Model** (nuevo modelo) o seleccionar **File-New Model** (Archivo-Modelo Nuevo)

- Pulsar OK para aceptar los **Time Bounds** (límites de tiempo) por defecto

- Construir el modelo que se muestra en la figura.

- Guardar el modelo en *clientes1_guia.mdl*.



El esquema que se muestra arriba contiene lo que se conoce como **Polyline Arrow** (flecha polilínea). Una flecha Polilínea es como una flecha ordinaria, sólo que en vez de un arco aparece como una serie de segmentos lineales. Los usuarios **Vensim PLE Plus** deben dibujar una flecha común (dado que no hay manera de dibujar una polilínea den PLE o PLE plus). Para dibujar una polilínea usando **Standard, Professional or DSS**:

- Pulsar botón derecho o **Ctrl-Pulsar** en la herramienta **Arrow** (flecha) del **Sketch Toolset** (conjunto de herramientas de Esquema).

- Pulsar en la opción **Polyline** y Pulsar **OK**. El ícono cambiará a:  y el puntero del ratón también cambiará.

- Pulsar en *mercado total* , mover a la izquierda y pulsar nuevamente, mover directo arriba y Pulsar de nuevo, y Pulsar en *concentración de clientes potenciales*.

- Pulsar botón derecho en **Arrow** y reestablecer a **Normal**.

Entrar las ecuaciones

- Pulsar en la herramienta **Equations (Ecuaciones)** e ingresar las siguientes ecuaciones y unidades de medida para cada variable en el modelo.

(01) *Clientes = INTEG (nuevos clientes, 1000)*
Units: personas

(02) *Clientes Potenciales = INTEG (- nuevos clientes, 1e+006)*
Units: personas

(03) *concentracion de clientes potenciales = Clientes*
Potenciales/mercado total
Units: dmnl

(04) *contactos con clientes = Clientes * sociabilidad*
Units: contactos /mes

(05) *contactos de noclientes con clientes = contactos con*
*clientes * concentracion de clientes potenciales*
Units: contactos/mes

(06) *demanda boca a boca = contactos de noclientes con*
*clientes * efectividad*
Units: personas/mes

- (07) *efectividad = 0.01*
Units: personas/contacto
- (08) *FINAL TIME = 100*
Units: Month
Tiempo final para la simulación.
- (09) *INITIAL TIME = 0*
Units: Month
Tiempo inicial para la simulación
- (10) *mercado total = Clientes + Clientes Potenciales*
Units: personas
- (11) *nuevos clientes = demanda boca a boca*
Units: personas/mes
- (12) *SAVEPER = TIME STEP*
Units: Month
La frecuencia con que se almacena la salida.
- (13) *sociabilidad = 20*
Units: contactos/personas/mes
- (14) *TIME STEP = 1*
Units: Month
El incremento de tiempo para la simulación..

Controlar la sintaxis del modelo y los errores en las unidades

Antes de simular el modelo, se debe controlar los posibles errores en fórmulas y unidades.

- Seleccionar **Model-Check Model** (o presionar **Ctrl.+T**), se debería obtener un cuadro de información que dice “**Model is OK**”

Si el modelo tiene errores, verificar que la estructura sea la misma que la del diagrama. Si la estructura luce igual, abrir del **Equation Editor** (Editor de Ecuaciones) para cada variable y controlar las fórmulas contra la lista que se encuentra más arriba.

- Seleccionar **Mode-Units Check** del menú (o presionar **Ctrl. + U**); se debería obtener un cuadro de información que diga “**Units are OK**”.

Si se generó un error de unidades, leer la **Output window** para ver que variables no pasan el control. Abrir el **Equation Editor** en cada variable y controlar las unidades contra la lista más arriba.

- Guardar el modelo pulsando botón **Save**, o seleccionando menú **File-Save**, o presionando **Ctrl. + S**.

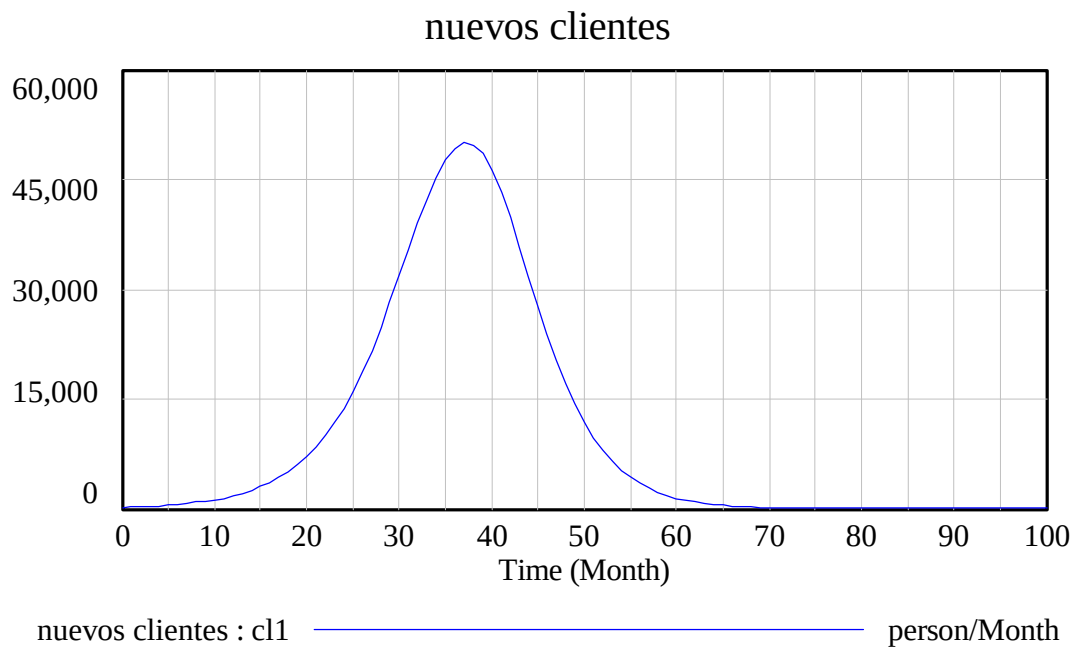
Simular el modelo

- Pulsar dos veces en el recuadro de edición **Runname** y escribir *Clien1* para el primer juego de datos.
- Pulsar botón **Simulate**.

Análisis del modelo

- Pulsar en la herramienta **Graph (Gráfico)** o en **Causes Strip (Relaciones causales)** para investigar el comportamiento de las variables clave, tales como *Clientes Potenciales*, *Clientes* o *nuevos clientes* (así como toda otra variable que se desee ver).

La variable nuevos clientes mostrará el siguiente gráfico:



Dar nombre y guardar el modelo

Antes de comenzar la siguiente sección, dar nombre a la vista, y Guardar el modelo bajo un nombre para tener dos modelos de trabajo.

- Seleccionar el menú **View-Rename** y escribir dentro el nombre **Cientes**, luego Pulsar **OK**.
- Seleccionar **File-Save As...** e ingresar el nombre *clientes2_guia.mdl*, luego Pulsar **Save**.

Agregar la vista Capacidad

Se quiere ahora expandir el modelo considerando la capacidad de producción. La demanda de los clientes podría superar la capacidad para suministrar el producto. Para esto se construirá una vista para capacidad de producción que está relacionada a la vista Clientes y limita la demanda del cliente si se alcanza la capacidad.

- Seleccionar del menú **View-New** (Vista-Nueva)

Se le dará a esta vista un nombre para que resulte fácil navegar entre diferentes vistas.

- Seleccionar del menú el item **View-Rename**. Escribir el nombre *Capacidad* y Pulsar **OK**:

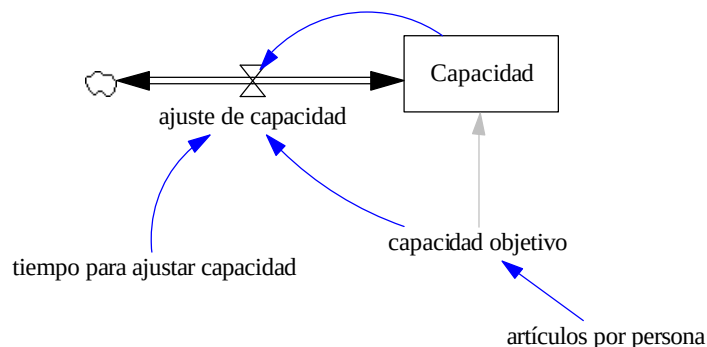
- Seleccionar la herramienta **Box Variable** (variable de nivel) y Pulsar en un punto del esquema. Escribir *Capacidad* y presionar **Intro**.

- Seleccionar la herramienta **Rate** (flujo), Pulsar en el esquema a la izquierda de *Capacidad*, luego Pulsar sobre *Capacidad*. Escribir del nombre *ajuste de capacidad* y presionar **Intro**.

- Usando la herramienta **Move/Size** (Mover/Tamaño), Pulsar con el botón derecho del ratón sobre el pequeño círculo en la mitad de la mano izquierda de la tubería de flujo. Se abre el diálogo **Arrow Options**. Tildar el recuadro para **Arrowhead** en el tope del diálogo y luego Pulsar **OK**.

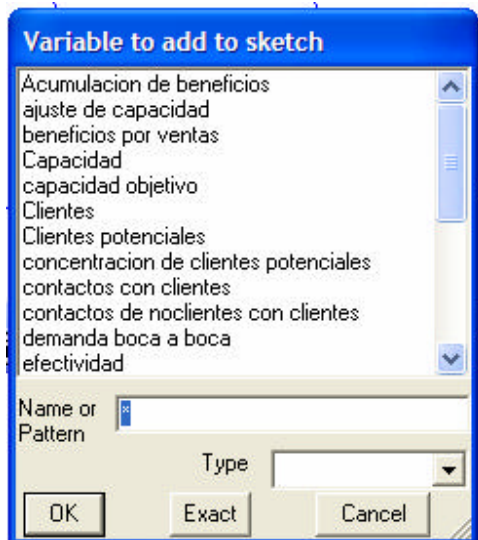
Esta punta de flecha extra indica que este flujo puede moverse en las dos direcciones. O, en otras palabras, el flujo puede aumentar o disminuir el nivel *Capacidad*. Observar que el comportamiento real del flujo es gobernado por la ecuación, no por la punta de flecha que se ha agregado.

- Crear las otras variables y conectarlas con flechas como se muestra a continuación.



Herramienta Variable Sombra (Shadow Variable)

Seleccionar la herramienta **Shadow Variable** y pulsar en el esquema debajo de capacidad objetivo. Se abre un cuadro de diálogo:



- Seleccionar la variable *demanda boca a boca* de la lista, o escribir las primeras letras hasta que quede resaltada en la lista, luego presionar **Intro** o pulsar en **OK**.
- Seleccionar la herramienta Arroz y pulsar en la Shadow Variable, pulsar *demanda boca a boca* , luego pulsar en *capacidad objetivo*.

La estructura de la vista es ahora completa. La estructura está conectada causalmente a la primera vista a través de la variable *demanda boca a boca*.

NOTA: La variable sombra es insertada para ser aplicada a provocar cambios en otros elementos. Si se intenta conectar una flecha desde otra variable a una shadow variable, la flecha no conectará. Si se desea que una variable de otra vista sea influenciada por algo en la vista en uso, es necesario usar la herramienta Model Variable, que agregará la variable y todas sus causas a la vista.

Añadir las ecuaciones

- Seleccionar la herramienta **Ecuaciones**.

Todas las variables aparecerán negras, excepto la variable sombra *demanda boca a boca*, que tiene una ecuación de definición en la primera vista.

- Ingresar las siguientes ecuaciones y unidades de medida para cada variable de la presente vista:

(01) *ajuste de capacidad* = (*capacidad objetivo* - *Capacidad*) /
tiempo para ajustar capacidad
Units: Artículos/Mes/Mes

(02) *Capacidad* = INTEG (*ajuste de capacidad*, *capacidad*
objetivo)
Units: Artículos/Mes

(03) *capacidad objetivo* =
demanda boca a boca * *artículos por persona*
Units: Artículos/Mes

(04) *tiempo para ajustar capacidad* = 2
Units: Mes

(05) *artículos por persona* = 1
Units: Artículos/persona

Ahora vuelva a la primera Vista y complete el ciclo de retroalimentación conectando su estructura con las variables de la vista Capacidad.

- Pulsar en el botón **View** (en la Barra de Estado debe leerse “**Capacidad**”) y elegir **Clientes**.

NOTA: Se puede usar también las teclas **Page Up/ Page Down** del teclado para pasar de una vista a otra.

- Seleccionar la herramienta **Shadow Variable** y pulsar debajo y a la derecha de la variable *nuevos clientes*. Elegir *Capacidad* de la lista (o escribir las primeras letras de *Capacidad*) y presionar **Intro** (o pulsar **OK**)

- Repetir el proceso para la variable *artículos por persona*.

- Si fuera necesario, mover la variable *mercado total* más abajo y desplazar las flechas para hacer espacio.

- Seleccionar la herramienta **Flecha** y conectar *Capacidad* a *nuevos clientes*, y luego *artículos por persona* a *nuevos clientes*.

Modificar una ecuación

- Seleccionar la herramienta **Equations**.

Sólo la ecuación para *nuevos clientes* debiera quedar resaltada en negro, puesto que es la única variable en esta vista a la cual se pueden añadir causas. Las ventas de producto están limitadas por la habilidad de la fábrica para producir, así que se escribirá una ecuación que retorne el menor valor entre *demanda boca a boca* y *capacidad* de la fábrica por las unidades de producto por cliente (Capacidad/artículos por persona)

- Pulsar en *nuevos clientes* y cambiar la ecuación según la mostrada abajo:

nuevos clientes = $MIN(demanda\ boca\ a\ boca, Capacidad / artículos\ por\ persona)$

Se puede seleccionar la función **MIN** de la lista bajo la solapa **Functions**, o simplemente escribirla como se muestra arriba.

Añadir una vista para Beneficios por Ventas

Se agregará una vista que calculará los beneficios por venta, y también el beneficio acumulado de todas las ventas.

- Seleccionar en el menú **View-New**.
- Seleccionar en el menú **View-Rename** y escribir **Beneficios ventas**, presionar **Intro**.

Herramienta Variable del Modelo

Si se está usando Vensim PLE Plus no se dispone esta herramienta. Sólo es necesario añadir *artículos por persona* y *nuevos clientes* como variables sombra y luego agregar las restantes variables.

- Seleccionar la herramienta **Model Variable**. Pulsar en la vista y seleccionar la variable *nuevos clientes*, entonces presionar Intro.

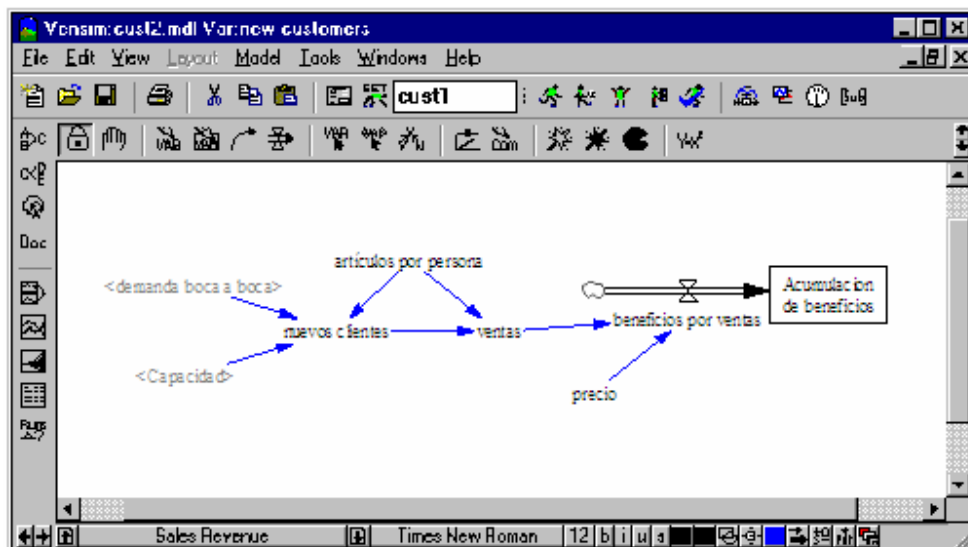
Esto agrega nuevos clientes y sus causas a la vista. Las causas quedarán unas sobre otras, así que es necesario reordenarlas por claridad.

- Usando la herramienta **Move/Size** (o la ya seleccionada **Model Variable**), reordenar las variables así quedan a la izquierda de nuevos clientes.

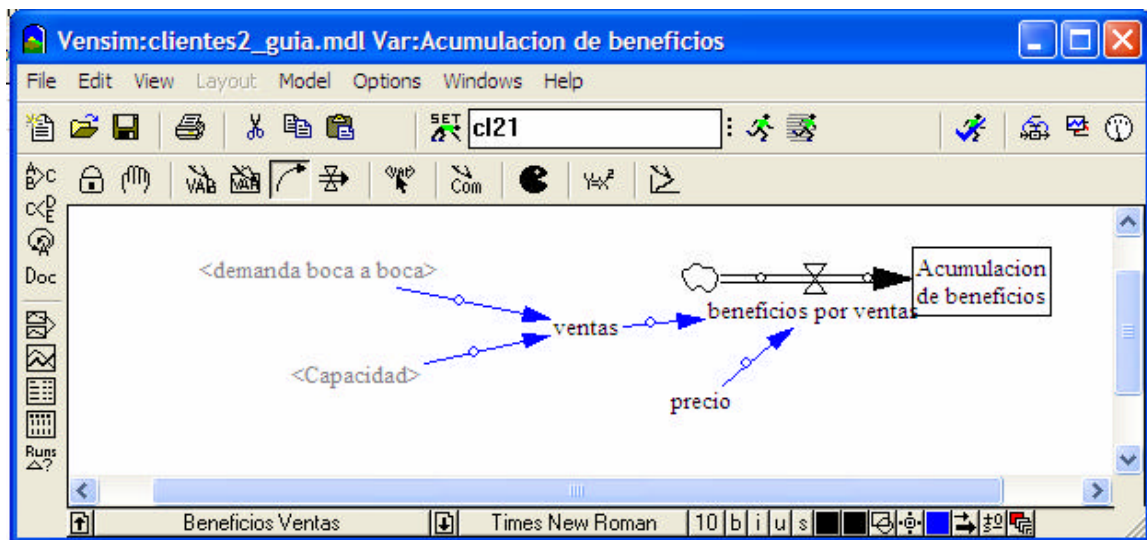
- Seleccionar **Model Variable**. Pulsar en la variable sombra artículos por persona

Esto convertirá a la variable sombra en una variable normal. Dado que es una constante, no hay causas conectadas a *artículos por persona*.

- Agregar las variables y flechas como se muestra en el diagrama más abajo:



Si se está usando PLE Plus el diagrama aparecerá:



Más ecuaciones

- Pulsar en la herramienta **Equations** e introducir las ecuaciones y unidades de medida para cada variable que aparece en negro en la vista (las otras ya tienen sus correspondientes ecuaciones).

*ventas = nuevos clientes * artículos por persona*
Units: artículos/Mes

Precio = 50
Units: dólares / artículo

*Beneficios por ventas = ventas * precio*
Units: dólares/Mes

- Cuando se pulse en *Acumulacion de beneficios* para escribir su ecuación, pulsar en recuadro marcado **Supplementary**. Esto le dice al **Vensim** que esta variable no se usa en ningún otro lado.

Acumulacion de beneficios = INTEG(beneficios por ventas, 0)
Units: dólares

- Seleccionar **File-Save** (o presionar **Ctrl. + S**)

Simular el modelo

- Verificar errores con **Model-Check Model (Ctrl + T)**
- Verificar la consistencia de unidades mediante **Model-Units Check (Ctrl + U)**.
- Simular el modelo usando el juego de datos cl2.

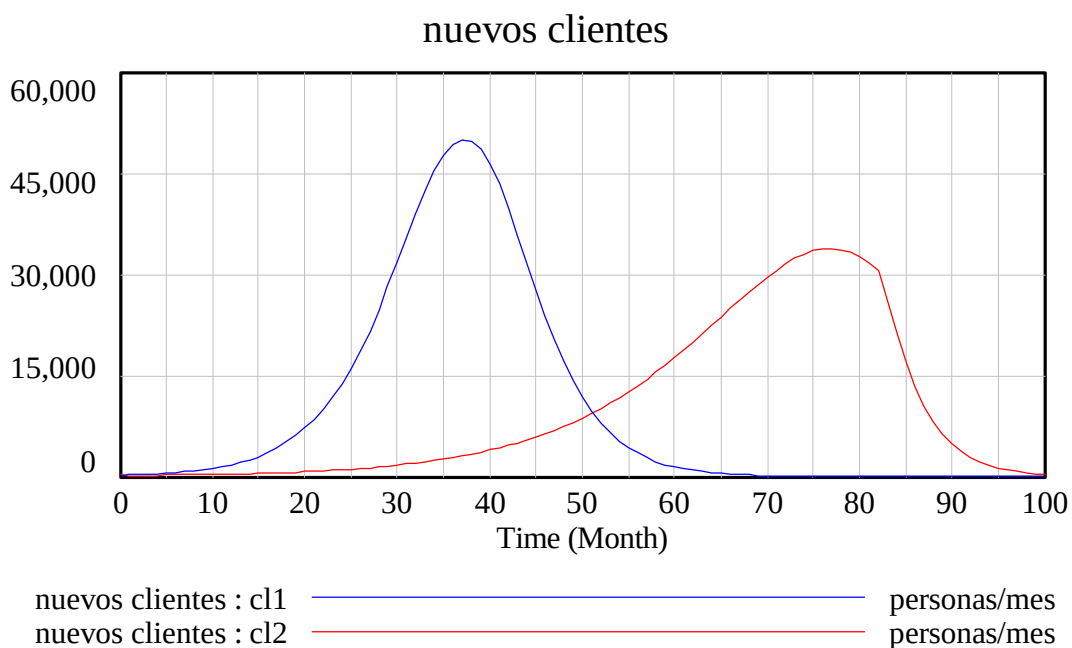
Analizar el modelo

- Usar la herramienta Graph o Causes Strip graph para investigar el comportamiento de las variables claves, tal como *Clientes potenciales*, *Clientes* y *nuevos clientes* (así como cualquier otra variable que se desee ver)

Si se abrió el modelo *clientes2_guia.mdl*, en lugar de crear uno propio, se observará que los únicos resultados mostrados son para el juego de datos actual (cl2). Usar el **Control Panel Datasets** para cargar cl1.

- Seleccionar la variable *nuevos clientes* como **Workbench Variable** (variable de trabajo) y pulsar en **Graph**.

NOTA: cl1 ha almacenado resultados para todas las variables en *clientes1_guia.mdl* y no tiene resultados para las variables propias del nuevo modelo. Si se intenta ver un gráfico para una variable que no está en el modelo original, sólo se verán los resultados de cl2.



Notar la diferencia entre las dos simulaciones. Debido a las limitaciones en la capacidad de producción, la segunda simulación muestra un aumento mucho menor en ventas, y un pico más tardío, y el tiempo total durante el cual se efectúan las ventas es mucho más extenso.

Guardar el modelo

Antes de comenzar la siguiente sección, guardar el modelo bajo un nuevo nombre así se tienen tres diferentes modelos de trabajo.

- Seleccionar **File-Save As...** e introducir el nombre *clientes3_guia.mdl*, luego pulsar OK.
- Seleccionar **File-Close** para cerrar el modelo.

Modelo de Capacidad Detallada

Suponga que desea modelar con más exactitud el sector de producción de una empresa. Si en alguna parte se tiene un modelo existente que describe la capacidad del sector mejor que nuestro actual modelo, podemos usarlo para mejorar nuestro modelo. Tenemos un modelo llamado *cap1.mdl* en el que varía la capacidad basándola en la inversión con una demora en construcción, y que reduce la capacidad al término de la vida útil. Esto implica que no podemos reducir la capacidad más rápido que lo que se deprecia (a menos que en nuestro otro modelo la capacidad pueda ser reducida a la misma velocidad que fue construída). Esta sección introduce el concepto de “merging” (mezcla) de dos diferentes modelos (estructura y ecuaciones) para conformar un modelo de trabajo completo.

Copiar y pegar

Vamos a usar la estructura de otro modelo existente (*capac1_guia.mdl*). Este modelo tiene una alternativa, algo mejorada, a partir de un conjunto de ecuaciones para determinar capacidad. Sin embargo, no tiene ninguna ecuación relacionada a la demanda de los clientes. En su lugar, usa una función interna llamada STEP para determinar la producción deseada. (Ver Capítulo 7 para ampliar con relación a la función STEP). Se desea pegar esta estructura al modelo en desarrollo, y entonces crear las conexiones desde las variables que tenemos ya definidas a las variables de *capac1_guia.mdl*.

- Pulsar el botón **Open Model** y abrir el modelo *capac1_guia.mdl*.
- Seleccionar del menú **Edit-Select all (o Ctrl+A)**, o bien, usando la herramienta Move/Size, abrir un cuadro que cubra toda la estructura.
- Pulsar el botón **Copy**, o seleccionar del menú **Edit-Copy (o Ctrl+C)**.
- Pulsar el botón **Open Model**, o seleccionar del menú el ítem **File-Open Model...** y abrir el modelo *clientes3_guia.mdl* (o seleccionar *clientes3_guia.mdl* del menú **File**, listado de archivos recientes)
- Si no se está en la vista **Capacidad**, pulsar el botón **View** y elegir la vista **Capacidad**.
- Pulsar el botón **Paste** (pegar), o seleccionar del menú **Edit-Paste (o Ctrl. + V)**

Se abre un diálogo para elegir el modo de pegar, **Choose Paste Model**. Las elecciones de pegado son:

Replicate — pega la estructura y ecuaciones en la vista del modelo, renombrando cualquier variable que aparezca con el mismo nombre.

Picture — pega un dibujo de la estructura, pero no las ecuaciones. Si lo que se está pegando contiene variables que no existen en el modelo en uso, aparece un diálogo de advertencia:

- Elegir la opción **Replicate** (por defecto) ya que deseamos agregar las variables y ecuaciones a nuestro modelo. Pulsar el botón **OK**.

La nueva estructura se inserta en la vista en la misma ubicación que tenía en aquella desde donde fue copiada.

- Ubicar la herramienta **Move/Size** en el medio del recuadro resaltado, luego presionar y mantener el botón del ratón y arrastrar el recuadro debajo de la estructura existente.
- Pulsar fuera del recuadro para fijar las variables en forma permanente en el esquema.

NOTA: Si se pulsa fuera del recuadro antes de moverlo, la nueva estructura quedará sobre la existente, algo que no se desea en este momento. Si se ha pulsado fuera del recuadro antes de moverlo, selecciona **Edit-Undo** y la estructura pegada desaparecerá. Pegar nuevamente eligiendo **Replicate**.

- Seleccionar la herramienta **Merge**. Mover el cursor al tope de la nueva variable de capacidad (*Capacidad 0*) y presionar y mantener el botón del ratón. Mover *Capacidad 0* directamente al tope de *Capacidad* y liberar el botón del ratón.

Se verá el mensaje: "This will delete the variable *Capacidad* and replace it with *Capacidad 0*. Do you want to continue?"

- Pulsar el botón **Yes**.

- Mover el curso sobre *Capacidad 0*, presionar y mantener el botón del ratón, luego mover *Capacidad 0* hacia donde estaba antes en la vista (entre *inversiones* y *reducciones*) y liberar el botón del ratón .

Mezclar (**Merging**) la variable que deseamos retener (*Capacidad 0*) con la variable que deseamos reemplazar mantiene todas las conexiones causales y ecuaciones para *Capacidad 0* como se ingresaron originalmente en el modelo *capac1_guia.mdl*. Las ecuaciones y causas de *Capacidad* se destruyen. No obstante, todas las variables que usan *Capacidad* como una entrada (*ajuste de capacidad y nuevos clientes*) usan ahora *Capacidad 0* como su entrada.

La nueva estructura de *capacidad* necesita entradas para cambiar la *producción deseada*, la cual depende de la cantidad de ventas boca a boca y del número de unidades vendidas en cada venta. En la anterior estructura de *capacidad*, este cálculo se efectuaba en la variable *capacidad objetivo*. Por esto, para mantener la ecuación intacta necesitamos mezclar la vieja variable *capacidad objetivo* con la nueva *capacidad objetivo 0*.

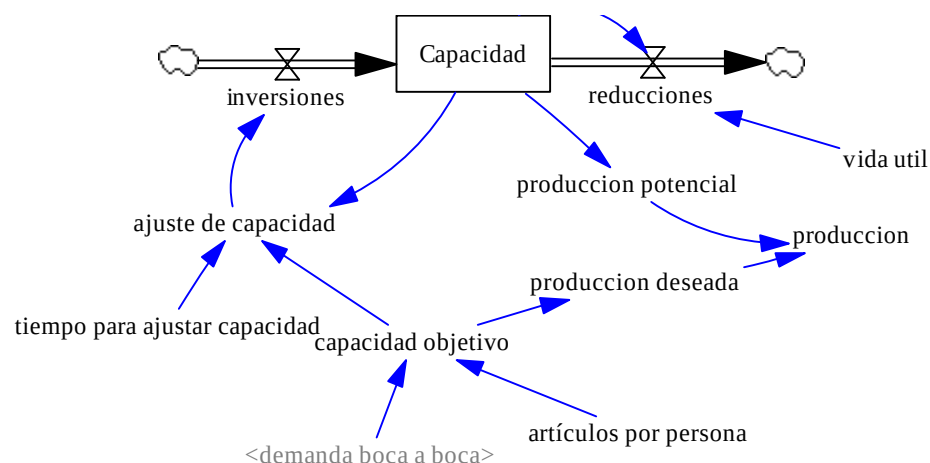
- Usando la herramienta **Merge**, arrastrar *capacidad objetivo* sobre *capacidad objetivo 0*. Pulsar **Yes** para responder a la señal de advertencia.

También se desea mantener la Constante *tiempo para ajustar capacidad* a su valor original.

- Usando la herramienta **Merge**, arrastrar *tiempo para ajustar capacidad* sobre *tiempo para ajustar capacidad 0*. Pulsar en **Yes** para responder a la señal de advertencia.

- Arrastrar las variables *demanda boca a boca* y *artículos por persona* a una ubicación debajo de capacidad objetivo.
- Seleccionar la herramienta **Delete**. Pulsar en la variable *ajuste de capacidad* para borrar la variable del modelo. Pulsar en la nube que está a mano izquierda de donde estaba el **Rate**.
- Usando la herramienta **Move/Size**, reordenar las variables y flechas hasta que el diagrama se vea claramente.
- Si resulta dificultoso mover las flechas porque no puede encontrar el círculo para manipularlas, se puede elegir la herramienta **Arrow** y dibujar una nueva flecha entre variables. Aparecerá un cartel de advertencia: "This connection exists, remove the old arrow?". Pulsar **Yes**.
- Seleccionar la herramienta Variable. Pulsar en *Capacidad 0* y se abre un recuadro de edición con el nombre. Ubicar el cursor al final y borrar el 0, luego un espacio y presionar **Intro**.
- Pulsar en *ajuste de capacidad 0*, ubicar el cursor al final y borrar el 0, luego un espacio y presionar Intro.
- Seleccionar la herramienta **Arrow**. Conectar *capacidad objetivo* a *producción deseada* (ver abajo).

Toda esta manipulación del esquema ha permitido guardar las ecuaciones deseadas y los nombres deseados para las variables. La vista debiera aparecer similar al diagrama de abajo:



- Seleccionar la herramienta **Ecuaciones**. Pulsar en *producción deseada* y reemplazar los números y la función step con la variable entrante *capacidad objetivo*, como se muestra:

produccion deseada = capacidad objetivo
Units : artículos /Mes

No se debieran ver variables resaltadas en negro. Si así ocurre, pulsar en ellas y verificar la ecuación contra la ecuación para esa variable que aparece en la lista de ecuaciones más abajo, cambiándola si fuera necesario.

- Pulsar en *producción*, luego pulsar el recuadro **Supplementary**.

Ecuaciones de la vista Capacidad

artículos por persona = 1
Units: artículos/persona

ajuste de capacidad = (capacidad objetivo - capacidad) /
tiempo para ajustar capacidad
Units: productos/Mes/Mes

Capacidad=INTEG(inversiones-reducciones, capacidad objetivo)
Units: productos/Mes

*capacidad objetivo =demanda boca a boca*artículos por persona*
Units: artículos/Mes

demanda boca a boca = contactos de noclientes con clientes
**efectividad*
Units: personas/Mes

FINAL TIME = 100
Units: Month

INITIAL TIME = 0
Units: Month

Inversiones = ajuste de capacidad
Units: productos/Mes/Mes

produccion= MIN(produccion deseada,produccion potencial)
Units: productos/Mes

produccion deseada = capacidad objetivo
Units: productos/Mes

produccion potencial = Capacidad
Units: productos/Mes

Reducciones = Capacidad/vida util
*Units: productos/(Mes*Mes)*

TIME STEP = 1
Units: Month

vida util= 20
Units: Mes

Unidades sinónimas

Las Unidades Sinónimas en Vensim (Units Synonyms) son nombres diferentes que se refieren a la misma unidad de medida.

Cuando se escriben unidades, es posible que se den unidades de medida singulares en un lugar, y plural en otro. El control **Units Check** considerara que son diferentes unidades, a menos que se le diga que son sinónimos.

Algunos sinónimos en inglés están ya definidos, como Month y Months, Year y Years, etc.

- Seleccionar **Model-Units Check** del menú (o presionar **Ctrl. + U**)

Se obtendrá un cierto número de errores en las unidades, dependiendo del grado de precisión con que se hayan ingresado las mismas. Todas se deben fundamentalmente a la presencia de diferentes nombres para las cosas que se producen y venden (artículos y productos). Se puede resolver mirando las ecuaciones y reemplazando artículos por productos o viceversa. Como ambas se refieren a iguales unidades, podemos resolver el problema definiéndolas como sinónimos, incluyendo tanto el plural como el singular.

- Seleccionar del menú el item **Model-Settings...**y pulsar la solapa **Units Equiv.**

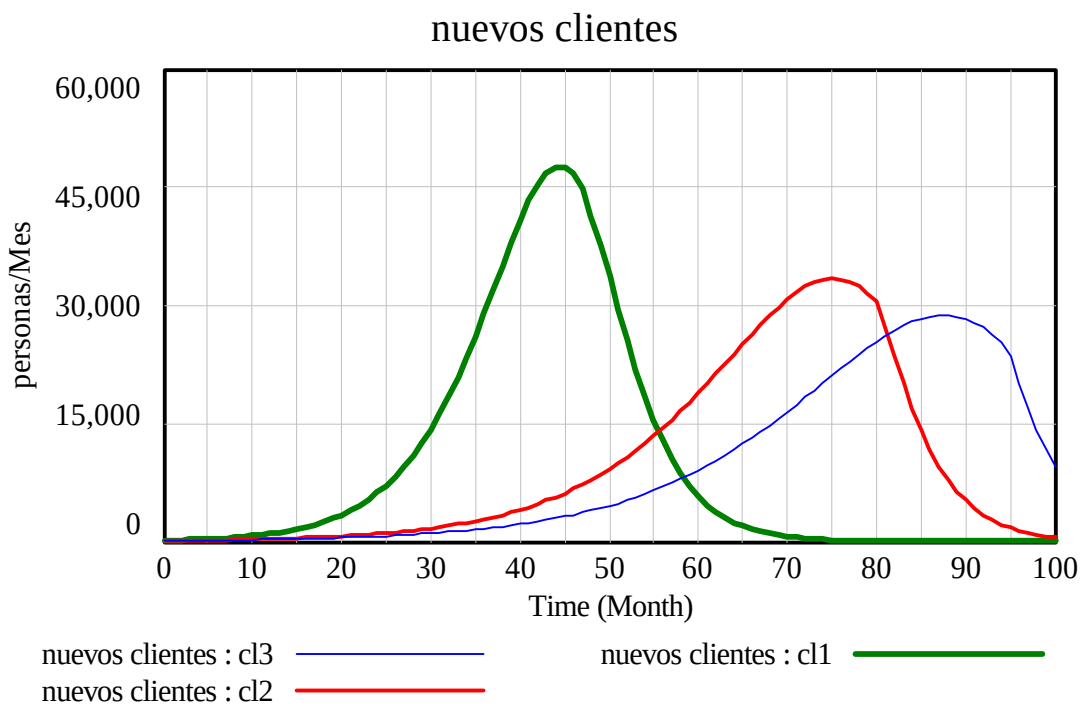
- En el recuadro de edición, escribir producto, productos, artículo, artículos, luego pulsar **Add Editing**, luego **OK**.

- Seleccionar **Model-Units Check** del menú (o presionar **Ctrl. + U**).

Ahora la verificación de unidades resultara OK. Si no fuera así, leer la ventana de salida que contiene los errores en unidades y tratar de descubrir la causa. Tomar como referencia las unidades para cada variable en el conjunto de ecuaciones arriba.

Simular y analizar el modelo

- Verificar los errores del modelo con **Model-Check Modl** (o **Ctrl + T**).
- Simular el modelo usando el juego de datos **cl3**.
- Pulsar el botón **Control Panel** y luego en la solapa **Datasets**. Cargar los juegos de datos **cl1** y **cl2** si no están ya cargados.
- Seleccionar la variable *nuevos clientes* como **Workbench Variable** y pulsar en la herramienta **Graph**.

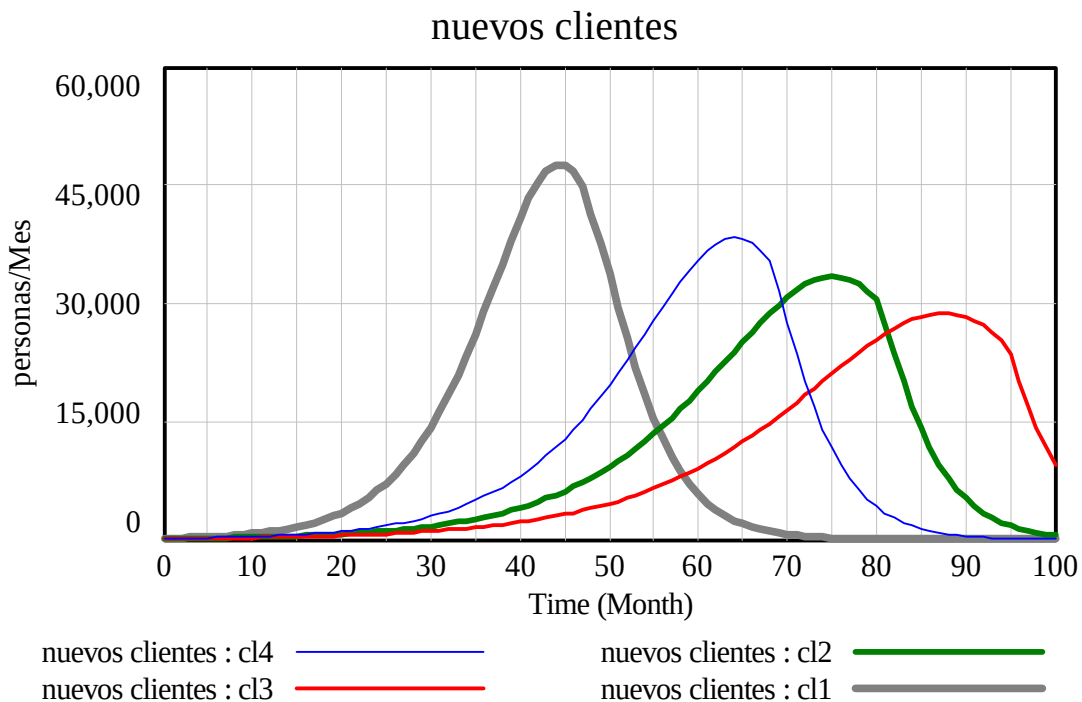


Notar como la curva para *nuevos clientes* en **cl3** crece más lentamente, los picos son más tardíos y termina después que las otras simulaciones. Este comportamiento proviene de las limitaciones en *Capacidad*, la cual es menor en *clientes3_guia.mdl* que en *clientes2_guia.mdl* por las reducciones de capacidad (retiro debido a productos vencidos).

Política de inversión en Capacidad

Cuando se suministran productos a un nuevo mercado se comienza perdiendo algo de participación en el mercado (*nuevos clientes* y *Clientes*) porque se provee el producto más tarde que algunos competidores. ¿Que podemos hacer para suministrar el producto (y por lo tanto atraer nuevos clientes) antes?. Tratar de incrementar la *Capacidad* más rápido bajando el *tiempo para ajustar capacidad*.

- Escribir el nombre cl4 en el recuadro de edición **Runname**.
- Pulsar el botón **Set Up a Simulation**
- En la vista **Capacidad**, pulsar en la Constante resaltada *tiempo para ajustar capacidad* y escribir el número 4, luego presionar **Intro**.
- Pulsar el botón **Simular**.
- Seleccionar la variable *nuevos clientes* como Workbench Variable y pulsar en la herramienta **Graph**.



Ahora puede verse que *nuevos clientes* se ha movido más cerca del ideal del primer modelo *clientes1_guia.mdl*. La limitación por *Capacidad* se ha neutralizado en parte, aunque no eliminado.

10 Salidas personalizadas

Se pueden personalizar las salidas que muestran los resultados de las simulaciones configurando las herramientas de análisis (excepto en **PLE** y **PLE Plus**), y creando gráficos y tablas personales.

Copyright © 1998-2007 Ventana Systems, Inc.
Traducido al español con autorización
Copyright de la traducción (c) 2007 Juan Martin Garcia

Causal Tracing, Reality Check, Vensim and Ventana
son marcas registradas de Ventana Systems, Inc.

Salidas a partir de las herramientas de análisis

Excepto en **Vensim PLE** y **PLE Plus** se puede personalizar todas las herramientas de análisis para cambiarlas el formato y contenido de las salidas.

Gráficos y Gráficos de barras

En los gráficos y los gráficos de barras se pueden mostrar líneas en diferentes colores y grosores así como con números y símbolos adjuntos. Se pueden manipular las opciones desde la herramienta **Graph (Gráfico)**, y estos mismos métodos se pueden aplicar a la herramienta **Strip Graph (Gráficos de Barras)**

- Abrir el modelo *clientes3_guia.mdl*

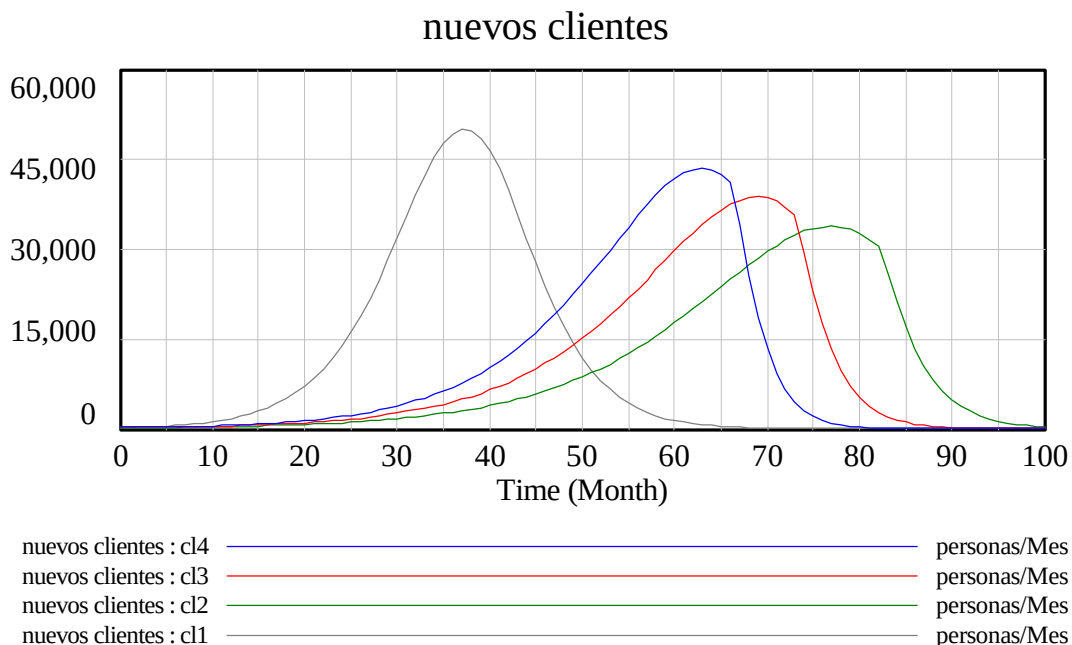
- Pulsar en el botón **Control Panel** y luego en la solapa **Datasets**. Verificar si las simulaciones *cl1* hasta *cl4* están cargadas. Si no lo están, pulsar dos veces en cada una en la lista de al lado (**Available** list) para cargarlas.

- Pulsar en la variable *nuevos clientes* que aparece en el esquema para seleccionarla como variable de trabajo.

Líneas delgadas (Color)

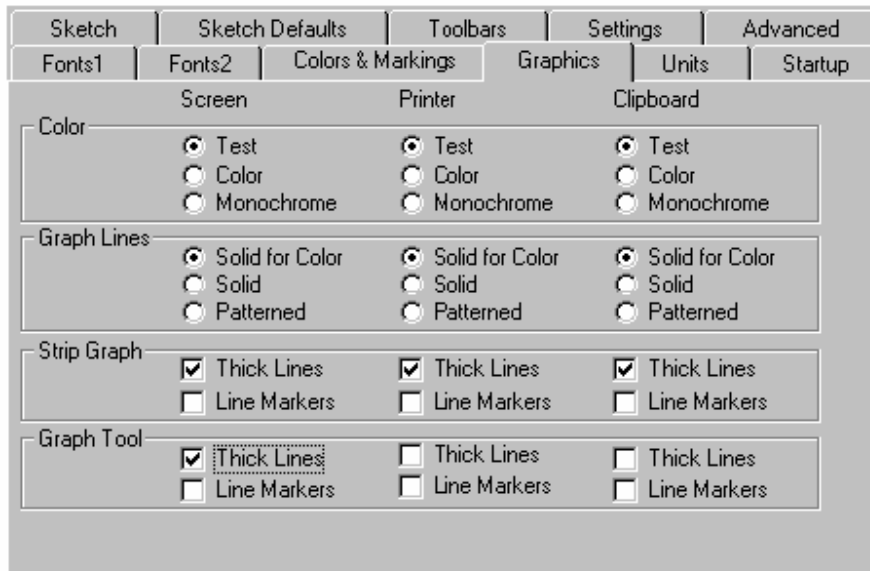
- Pulsar en la herramienta **Graph**.

La opción por defecto del **Vensim** de la herramienta **Graph** es para graficar líneas finas con diferentes colores (los colores no se muestran aquí):

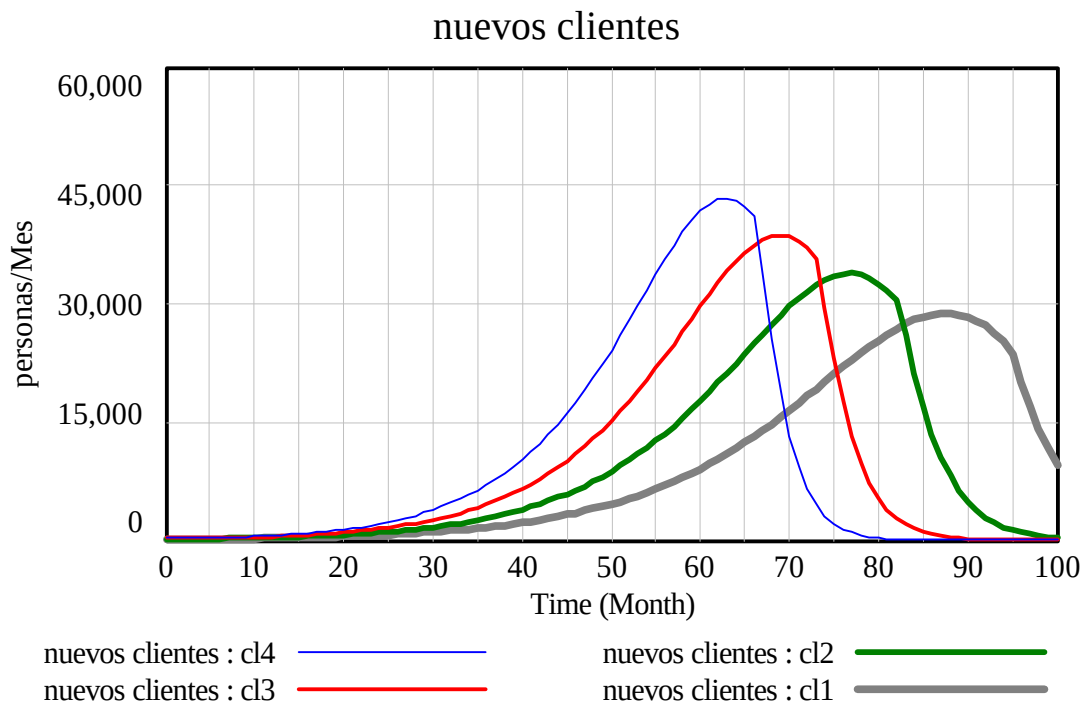


Líneas gruesas (Color)

- Seleccionar el menú **Tools-Options...** y pulsar en la solapa **Graphics**. Bajo el campo **Graph Tool**, pulsar el primer recuadro para **Thick Lines** (intersección con **Screen**) y OK.

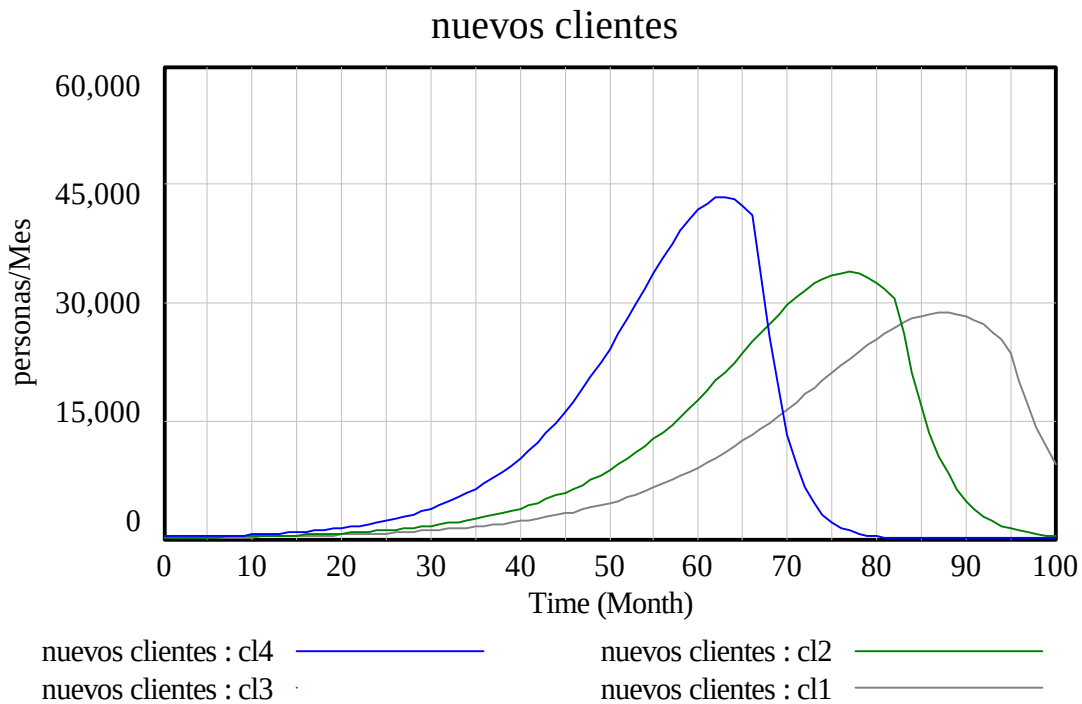


Se actualiza la salida de la herramienta **Graph** mostrando líneas gruesas. Observe que las opciones gráficas actúan sobre todos los gráficos que están abiertos (y cualquier gráfico nuevo creado). La apariencia de las líneas se puede ajustar separadamente para la **pantalla** (izquierda), la **impresora** (centro) y **el teclado** (derecha). En el ejemplo se cambió sólo para la pantalla.



Gráficos con líneas de diferentes patrones de trazado (Color)

- Seleccionar el menú **Tools - Options....** Bajo el campo **Graph Lines**, pulsar el primer botón para **Patterned** (intersección con **Screen**). Pulsar **OK**.



Reponer el diálogo **Global Options** a opciones por defecto mediante:

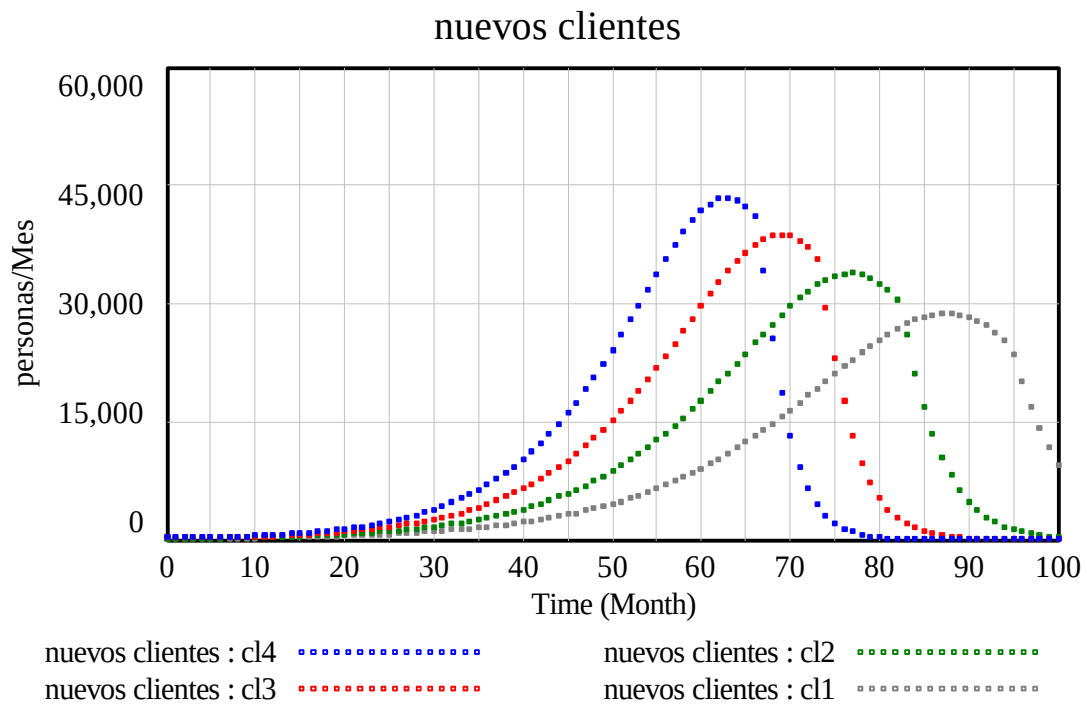
- Seleccionar el menú **Tools - Options....** Bajo el campo **Graph Lines**, pulsar el botón de la primera opción para **Solid for Color**. Si se desea, tildar **Thick lines** para la herramienta **Graph tool** (si se prefiere este tipo de línea). Pulsar **OK**.

- Cerrar el gráfico pulsando el botón cerrar o presionando la tecla Del. .

Gráficos de puntos (solamente)

- Pulsar con el botón derecho del ratón en la herramienta **Graph**. En el campo **LineType**, pulsar el botón de opciones **Dots Only**. Pulsar **OK**.

- Pulsar en la herramienta **Graph**.



Reponer las opciones de la herramienta **Graph** mediante:

- Pulsar con el botón derecho del ratón en la herramienta **Graph**. En el campo **Line Type**, pulsar el botón de opciones para **Linear Interp**. Pulsar OK.

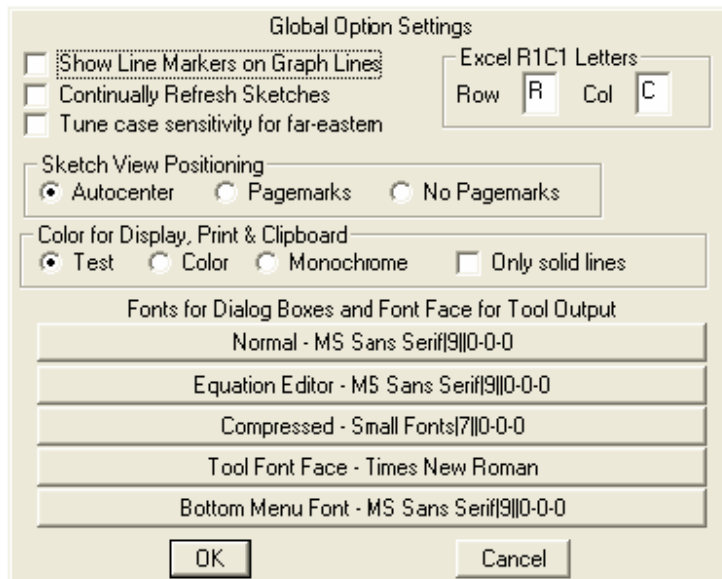
Líneas de gráfico con marcadores

Además de diferentes estilos de línea, es posible agregar marcas a las líneas de un gráfico. En **Vensim PLE** y **PLE Plus** estos son simplemente alternativas si o no, mientras que en otras configuraciones se pueden personalizar.

Los marcadores son caracteres que se muestran a lo largo de una línea de gráfico. Por defecto son números (y letras), pero también se pueden usar símbolos.

En **Vensim PLE** o **PLE Plus**:

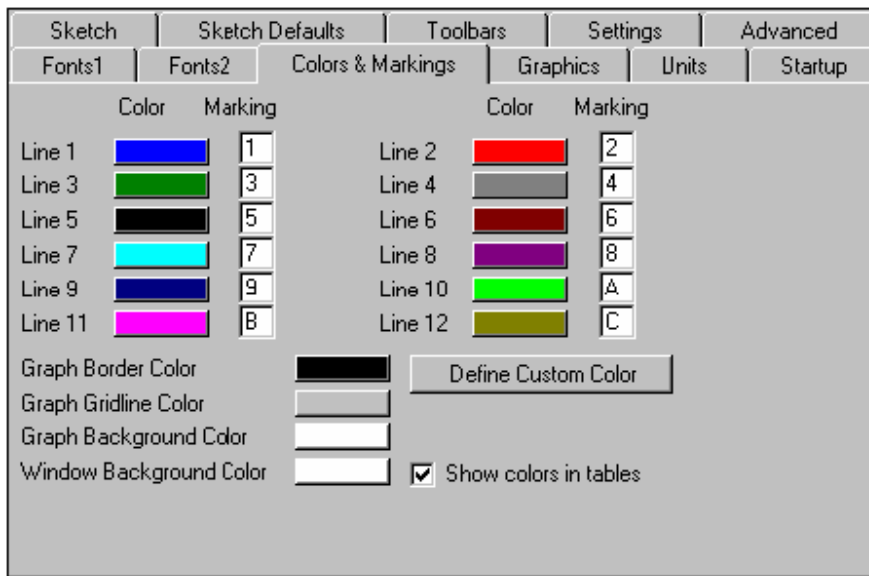
- Seleccionar el menú **Options - Options...**



- Pulsar en **Show Line Markers** en **Graph Lines**.

En otras configuraciones:

- Seleccionar el menú **Tools - Options...** y pulsar en la solapa **Colors&Markings**.

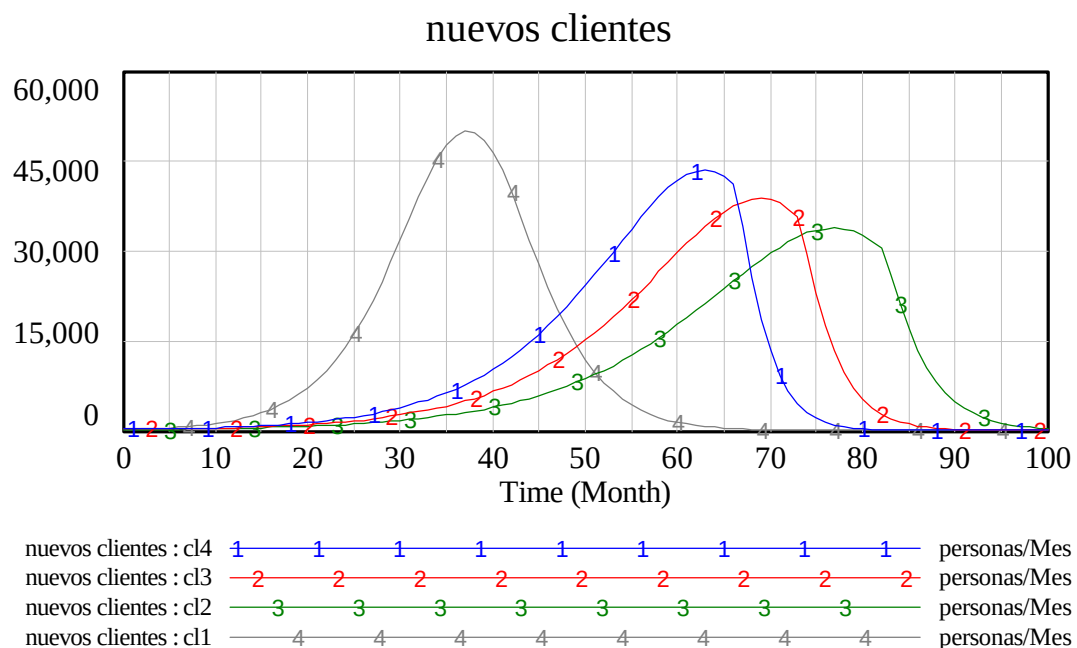


Observar el Color y Marking asociados con cada línea. Se puede cambiar estos colores a cualquier otro color, y cambiar la marca a cualquier carácter simple.

- Pulsar en la solapa **Graphics**. Bajo el campo **Graph Tool**, pulsar el recuadro más a la izquierda (bajo **Screen**) para **Lines Markers**, de modo que queden tildados. Pulsar en **OK**.

Entonces para todas las configuraciones:

- Pulsar en la herramienta **Graph**.



Reponer el diálogo **Global Options** a opciones por defectos desmarcando el recuadro **Line Markers**.

NOTA: Cambiar las elecciones en **Color&Markings** y la solapa **Graphics** de **Global Options** cambiará la apariencia de los gráficos existentes tanto en la pantalla como cuando son impresos.

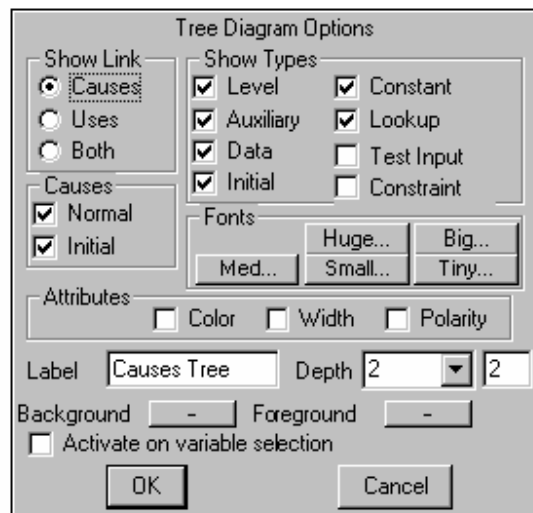
Diagramas de árbol

Los diagramas de árbol pueden ser personalizados para mostrar los gráficos asociados con el modelo: espesor de flechas, color y polaridad.

- Abrir el modelo *proyecto_guia.mdl*

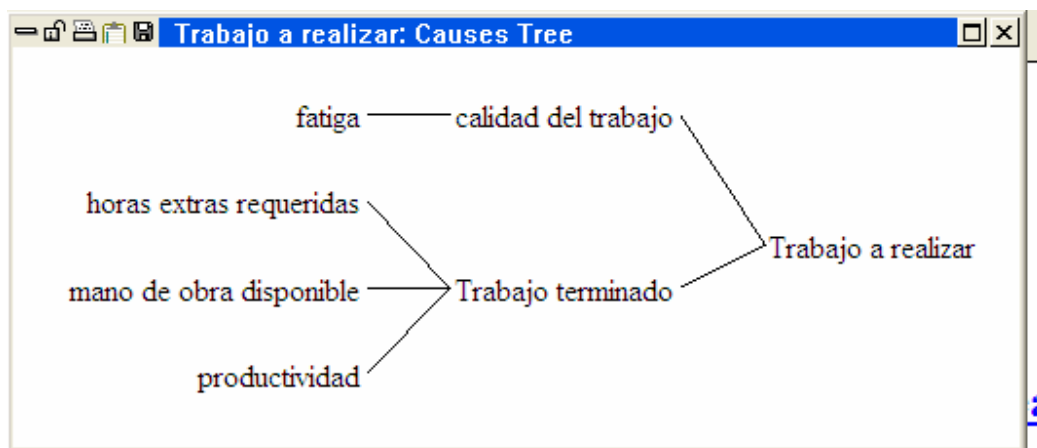
Pulsar en **Trabajo a realizar** para seleccionarla como Variable de Trabajo.

- Pulsar con el botón derecho del ratón en la herramienta **Causes Tree**



- Pulsar los recuadros bajo **Attributes for Color, Width, y Polarity**, luego pulsar OK.

- Pulsar con el ratón la herramienta **Causes Tree**.



Gráficos personales

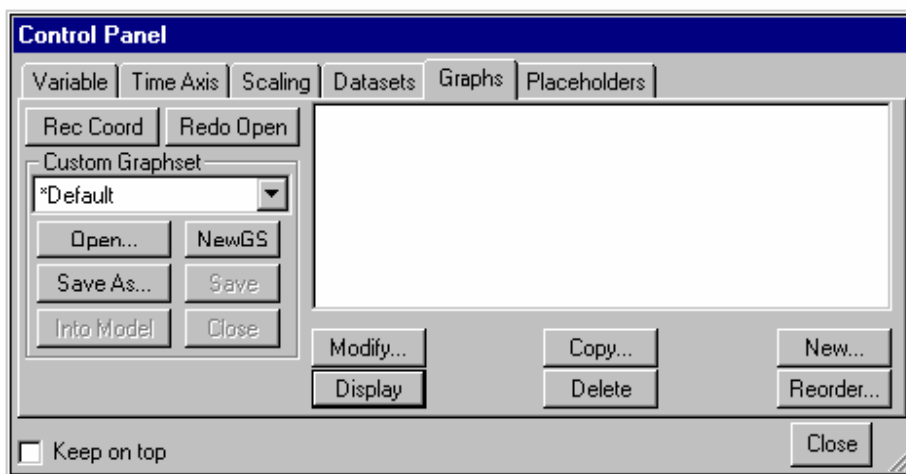
Los gráficos personales se usan para personalizar el contenido de un gráfico, así como para mostrar variables, simulaciones y estilos seleccionados, en un gráfico. Los Gráficos personales se crean desde **Graph Control** en el **Control Panel** (Panel de Control).

Si no está abierto:

- Abrir el modelo *clientes3_guia.mdl*

Para hacer un gráfico personal:

- Pulsar en el botón **Control Panel** en la Barra de Herramientas. Pulsar la solapa **Graphs**.



- Pulsar el botón **New.....**El Editor de Gráficos Personalizados abre con el cursor posicionado en el recuadro de edición **Title** (Título).

- Escribir un nombre para el gráfico (p ej Difusión en Clientes)

- Usando el ratón, mover al cuadro **Variable** en el lado izquierdo del editor de gráficos y pulsar en el botón superior etiquetado **Sel.** Aparece un cuadro de diálogo de Selección de Variables. Mover el cursor hacia debajo de la lista y pulsar dos veces en **Clientes** (o escribir las primeras letras en **Clientes** hasta que éste se resalte, luego presionar Intro).

- Pulsar en el botón siguiente hacia abajo etiquetado **Sel.** Pulsar dos veces en la variable **Clientes**.

- Pulsar en el tercer botón siguiente hacia abajo etiquetado **Sel.** Pulsar dos veces en la variable **Capacidad**.

- Pulsar en el cuarto botón siguiente hacia abajo etiquetado **Sel.** Pulsar dos veces en la variable **Capacidad**.

- Pulsar el recuadro **Scale** ubicado a la izquierda y entrar las dos primeras variables.
- Pulsar el recuadro **Scale** ubicado a la izquierda, entrar la tercera y cuarta variables.
- Pulsar en el recuadro **Dataset** justo a la derecha de la primera variable. Escribir el nombre de la simulación: *cl2*
- Pulsar en el recuadro **Dataset** justo a la derecha de la segunda variable. Escribir el nombre de la simulación: *cl4*.
- Pulsar en el recuadro **Dataset** justo a la derecha de la tercera variable. Escribir el nombre de la simulación: *cl2*.
- Pulsar en el recuadro **Dataset** justo a la derecha de la cuarta variable. Escribir el nombre de la simulación: *cl4*.
- Pulsar en el recuadro **LineW** (Line Width) justo a la derecha de la primera variable, escribir 2.
- Pulsar en el recuadro **LineW** (Line Width) justo a la derecha de la segunda variable, escribir 2.

El **Editor de Gráficos Personalizados** debería aproximadamente verse así:

Graph Name: Hide: ☐ Title ☐ X Label ☐ Legend

Title: Customer Diffusion

X-Axis: Sel X Label:

X-min: X-max: X-divisions: Y-divisions:

Stamp: Comment:

☐ Norm ☐ Cum ☐ Stack ☐ Dots ☐ Lbl-Intervals Width: Height:

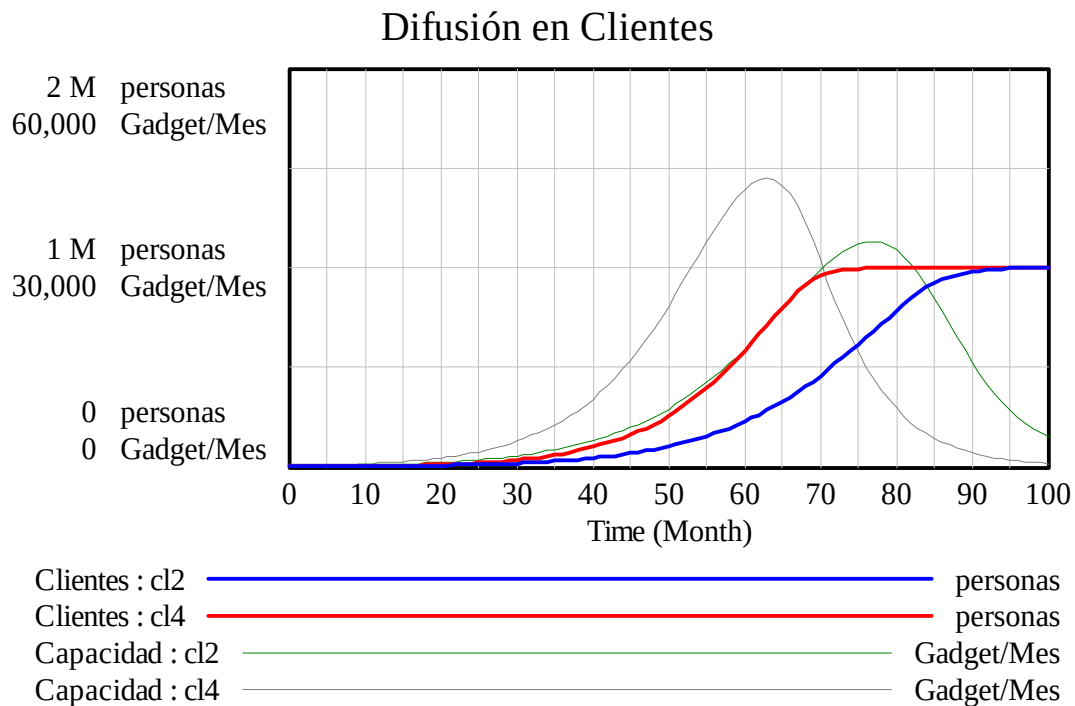
Scale	Variable	Dataset	Label	LineW	Units	Y-min	Y-max
☒	Customers	Sel	cust2	2			
☐	Customers	Sel	cust4	2			
☒	Capacity	Sel	cust2				
☐	Capacity	Sel	cust4				
☐		Sel					
☐		Sel					

☐ As WIP Graph (maxpoints) Copy to... Test output ☐ Soft Bounds

OK Cancel

- Pulsar en **OK**. El **Custom Graph Editor** (Editor de Gráficos Personalizados) se cierra y el **Graph Control** queda abierto.

- Pulsar en el nombre del gráfico en uso en el **Graph Control**, luego hacerlo en el botón **Display**.



Se muestra el gráfico que se obtiene. Puede verse fácilmente como el comportamiento de una variable se relaciona con otra. Experimentar con diferentes opciones el **Custom Graph Editor** pulsando en el botón **Modify** del Control de Gráficos, y cambiando elementos. Si no se incluye un juego de datos al lado del nombre de la variable en el diálogo de gráficos, el botón **Display** mostrará la primera simulación efectuada (la simulación en el tope superior de la lista **Loaded** (cargada) en el **Datasets Control** (control de juegos de datos)).

Tablas personalizadas

Las Tablas Personalizadas se usan para modificar el contenido de una tabla así como para mostrar variables seleccionadas y simulaciones en una tabla. Como los gráficos Personalizados se crean desde el Control de Gráficos en el Panel de Control.

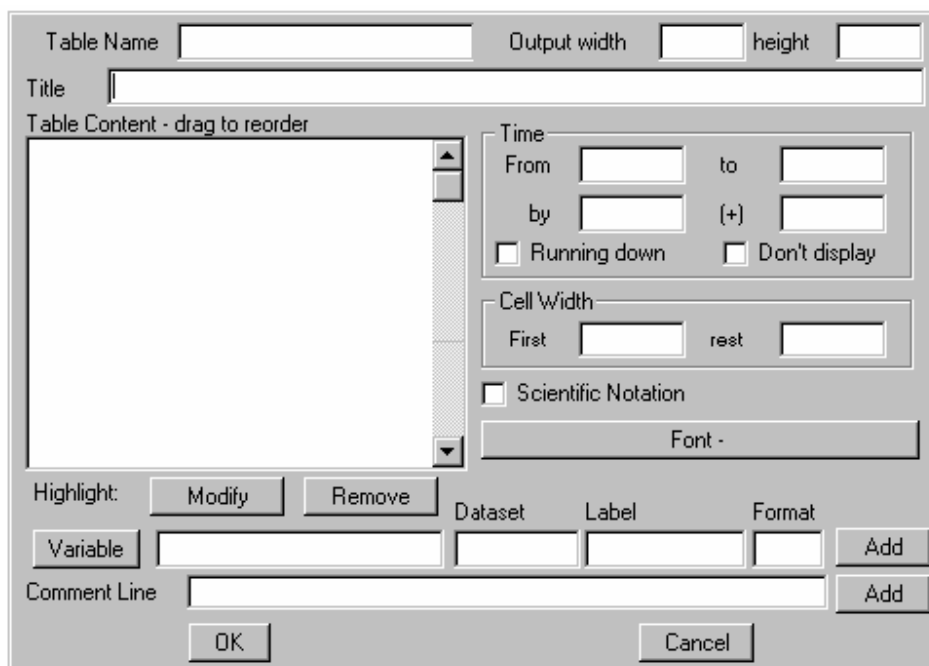
- Abrir el modelo *clientes3_guia.mdl*

Para construir una tabla personal:

- Pulsar en el **Control Panel** de la barra de Herramientas. Pulsar en la solapa **Graphs**.

- Pulsar en el botón **New (Nuevo)**....El **Custom Graph Editor** con el cursor colocado en el recuadro de **Title (Título)**.

- Pulsar en **As Table** (como Tabla)... en el fondo del diálogo. El **Custom Graph Editor** con el cursor posicionado en el recuadro de **Title (título)**.



- Escribir un nombre para el gráfico: Difusión en clientes

- Usando el ratón, pulsar en el botón etiquetado **Variable** abajo a la izquierda en el diálogo. Aparece un recuadro de selección de variables. Mover el cursor debajo de la lista y pulsar dos veces en *Clientes* (o escribir la primera letra en Clientes hasta que se resalte, luego presionar Intro).

- Pulsar en el botón **Add** a la derecha del nombre de variable ingresado.

- Pulsar nuevamente el botón **Variable** y pulsar dos veces en la variable *Capacidad*.
- Pulsar de Nuevo en el botón **Add**.
- El Editor de Tablas Personalizadas debería verse así antes de entrar las variables.

- Pulsar en **OK**. El editor de Tablas Personalizadas se cierra y el control de gráficos queda abierto.
- Pulsar en el nombre de la tabla en el Control de gráficos, luego en botón **Display**.

Table for Customer Diffusion			
Time (Month)	0	1	2
Clientes	1,000	1,199	1,389
Capacidad	199.80	189.81	192.78

Se muestra la tabla, con las variables elegidas. Se pueden añadir fácilmente variables y cambiar las etiquetas que aparecen en la columna izquierda.

Es posible probar diferentes opciones en el editor de Tablas Personalizadas pulsando en el botón **Modify** en el Control de Gráficos, y cambiando elementos. Si se desea cambiar el orden en que las variables se muestran sólo es necesario arrastrarlas a diferentes posiciones en la lista. También se puede añadir comentarios y otras informaciones. Se pueden especificar formatos siguiendo las convenciones de formato C (por ejemplo %.0f para números redondeados a enteros y %.6g para 6 posiciones decimales) para cada variable.

11 Juegos en Vensim

Vensim PLE no posee esta aplicación.

Copyright © 1998-2007 Ventana Systems, Inc.
Traducido al español con autorización
Copyright de la traducción (c) 2007 Juan Martin Garcia

Causal Tracing, Reality Check, Vensim and Ventana
son marcas registradas de Ventana Systems, Inc.

¿Qué son los juegos?

Los juegos son una manera de participar activamente en el desarrollo de una simulación. Son un ejemplo de la aproximación tipo “simulador de vuelo”, donde el usuario participa en las decisiones que afectan al resultado de la simulación en cada período de tiempo. Un modelo de simulación en Vensim puede ser ejecutado como un juego por etapas en el tiempo, haciendo cambios a las variables de juego a lo largo de la ejecución. En contraste, una simulación normal se ejecuta completa a través del período de tiempo establecido en las condiciones iniciales del modelo.

El juego de las Casas

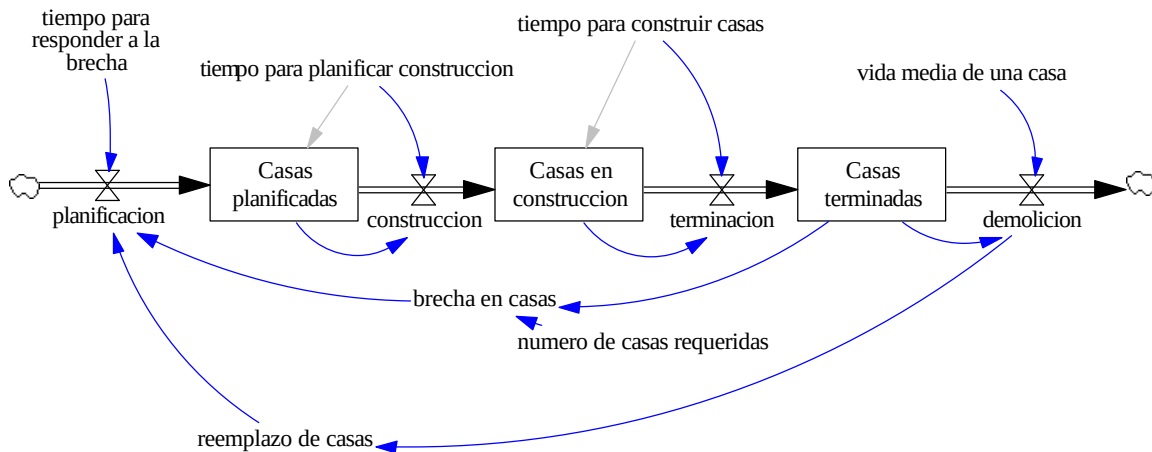
- Abrir el modelo *casas_guia.mdl* (o si se prefiere su versión en inglés, *houses.mdl* en el directorio *guide\chap11*.

o bien:

- Construir el modelo como se muestra a continuación en el diagrama y las ecuaciones y guardarlo con un nombre diferente (p.ej *miscasas_guia.mdl*). Los límites de tiempo son : INITIAL TIME = 0, FINAL TIME = 100, TIME STEP = 0.5, Units for Time: mes.

Estructura del modelo

Se muestra a continuación un ejemplo de creación de un modelo, en este caso en el sector de la construcción de viviendas. Existe una importante demora entre el requerimiento de casas (la demanda de vivienda) y las casas terminadas (la oferta de casas). El modelo muestra un ciclo de retroalimentación negativo con varias demoras.



Ecuaciones de casas_guia.mdl

01) *brecha en casas* = *numero de casas requeridas* - *Casas terminadas*

Units: *casas*

(02) *Casas en construccion* = INTEG (*construccion-terminacion*, *construccion* * *tiempo para construir casas*)

Units: *casas*

(03) *Casas planificadas* = INTEG (*+planificacion* - *construccion*, *planificacion* * *tiempo para planificar construccion*)

Units: *casas*

(04) *Casas terminadas* = INTEG (*+terminacion-demolicion*, 5000)

Units: *casas*

05) *construccion* = *Casas planificadas* / *tiempo para planificar construccion*

Units: *casas/mes*

(06) *demolicion* = Casas terminadas / vida media de una casa
Units: casas/mes

(07) *FINAL TIME* = 100
Units: mes
The final time for the simulation.

(08) *INITIAL TIME* = 0
Units: mes
The initial time for the simulation.

09) *numero de casas requeridas* = 5000 + STEP (50, 10)
Units: casas

(10) *planificación* = GAME(MAX(0, reemplazo de casas +
(brecha en casas / tiempo para responder a la brecha)))
Units : casas/mes

(11) *reemplazo de casas* = *demolicion*
Units: casas/mes

(12) *SAVEPER* = *TIME STEP*
Units: mes

13) *terminacion* = Casas en construccion / tiempo para
construir casas
Units: casas/mes

(14) *tiempo para construir casas* = 6
Units: mes

(15) *tiempo para planificar construccion* =3
Units: mes

(16) *tiempo para responder a la brecha* = 8
Units: mes

(17) *TIME STEP* = 0.5
Units: mes
The frequency with which output is stored.

(18) *vida media de una casa* = 1200
Units: mes

Construcción de Funciones

Se comenzará el modelo en equilibrio. Se establece el *número de casas requeridas* en 5000, el cual es el valor inicial para *casas terminadas*. Debido a esto, *brecha en casas* será 0, así que la *planificación* es igual al *reemplazo de casas*, que a su vez es igual a demolición.

Debido a la manera en que se inicializaron los otros niveles (por ejemplo Casas Planificadas se inicia igual a *planificación * tiempo para planificar construcción*) cada uno de estos está en equilibrio. Tenemos por lo tanto un modelo que se simulará sin cambios en ningún valor.

Si bien es importante controlar para estar seguro que la percepción inicial o previa es correcta y el modelo simula sin ningún cambio, también se desea conocer más acerca del comportamiento del modelo.

Por eso, en lugar de usar exactamente 5000 para el *numero de casas requeridas* se desea mantenerlo en 5000 por algún tiempo, por ejemplo 10 meses, y luego incrementarlo (por ejemplo a 5050). Para hacerlo se usa la siguiente ecuación:

numero de casas requeridas = 5000 + STEP (50, 10)
Units: casas

La function **STEP** (escalón) toma dos argumentos: **height** (altura del escalón) y **start time** (tiempo de comienzo), los cuales están encerrados entre paréntesis. Adopta valor 0 hasta alcanzar el **start time** y a partir de entonces el valor **height**. Esta función es una particularmente buena entrada para un modelo porque es una entrada simple que genera una amplia gama de respuestas. Otras funciones que son usuales para “perturbar” un modelo de este modo son **PULSE** (pulso) y **RAMP** (rampa).

Para adicionar la ecuación que se muestra arriba, abrir el **Equation Editor** (Editor de ecuaciones) en *numero de casas requeridas*.

- Escribir el número 5000, luego el signo más.
- Pulsar la solapa **Functions** (funciones) y luego moverse hacia abajo hasta ver la función **STEP** en la lista. Pulsar entonces en **STEP** y luego en el botón **Add Sel** (adicionar selección)
- El argumento **{height}** (altura) debe estar resaltado, solo escribir el valor 50.
- Pulsar dos veces en **{stime}** (tiempo de comienzo) y escribir 10.
- Entrar las unidades y pulsar **OK**.

Gráficos WIP (Work in progress)

- Crear el **Custom Graph** (Gráfico personal) tal y como se halla a continuación. Ponga atención en marcar el recuadro **AS WIP Graph**. El Capítulo 10 describe como crear **Custom Graphs**.

Name: JUEGO_DE_LOS_B Quick ▾ Hide: ☐ Title ☐ X Label ☐ Legend

Title: Juego de los bienes raíces

X-Axis: Sel X Label:

X-min: 0 X-max: 100 X-divisions: ☐ LblInterval Y-div:

Stamp: Comment:

Type: ☒ Norm ☐ Cum ☐ Stack ☐ Dots ☐ Fill Width: Height:

Scale	Variable	Dataset	Label	LineW	Units	Y-min	Y-max
☐	Casas terminadas Sel			2		5000	5150
☐	planificacion Sel			2		0	20
☐	brecha en casas Sel			3		-100	100
☐	Sel						
☐	Sel						
☐	Sel						

☒ As WIP Graph (maxpoints) 200 Copy to... Test output ☐ Soft Bounds

OK As Table... Cancel

Añadir Variables de Juego

El objetivo de jugar este juego es conseguir satisfacer la demanda de casas (*brecha en casas* 0); esto se logra ajustando y cambiando la variable *planificación* la cual introduce nuevas casas en el proceso de planificación y construcción.

En rigor, *planificación* está determinada por una fórmula. Esta fórmula permite simular el modelo, pero no provee un mecanismo para intervenir y cambiar el valor de *planificación* durante la simulación. Se necesita definir *planificación* como una **Game** variable (variable de juego). Para hacerlo:

- Seleccionar la herramienta **Equations (Ecuaciones)**.
- Pulsar en la variable *planificación*.

Se obtiene la ecuación:

planificacion = MAX(0, *reemplazo de casas* + (*brecha en casas* / *tiempo para responder a la brecha*))
Units: casas/mes

Esta ecuación se formula de modo que *planificación* no puede tomar nunca valores negativos; de este modo se puede plantear construir algunas casa (positiva) o bien no construir casas (negativa). Para hacerla una **Game** variable (variable de **juego**), debemos cambiar su tipo en el recuadro desplegable inferior:

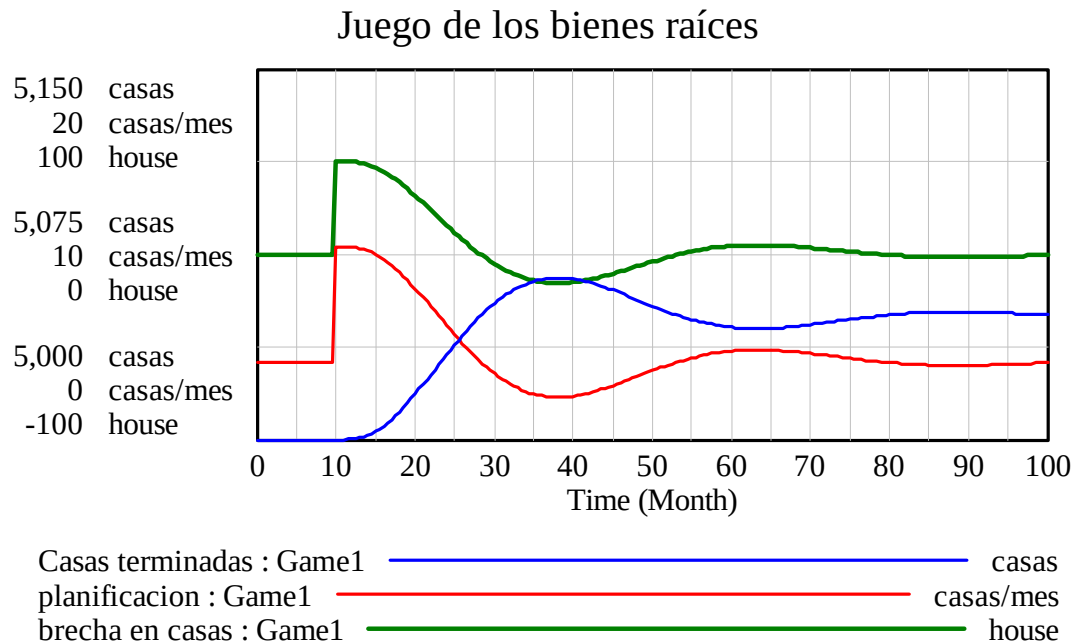
- Pulsar en la flecha hacia abajo en el recuadro variable **Type** (tipo de variable), que normalmente dice **Normal**, y elegir **Gaming** de la lista. Pulsar OK.
- Guardar el modelo.

Se puede convertir cualquier variable **Auxiliary** (auxiliar), **Rate** (flujo) o **Constant** (constante) en una **Game** variable (variable de juego) de esta forma. Durante la simulación, una variable de juego hace lo mismo que si fuera Auxiliar, Flujo o Constante. No obstante, durante un juego, se puede fijar el valor de la variable de juego en cualquier instante de tiempo mientras el juego progresa

Simular el modelo

Antes de iniciar el juego, conviene ver como se comporta el modelo cuando se simula.

- Pulsar dos veces en el **Runname editing box** (recuadro de edición del nombre), escribir run1 (o cualquier nombre), luego Pulsar en el botón **Simulate** (simular)



Se genera un **Work-In-Progress (WIP) custom graph** (un gráfico personal trabajo en progreso), que muestra el comportamiento para tres variables del modelo: **Casas terminadas, planificación y brecha en casas** (la línea más gruesa). Observe la oscilación por encima y por debajo de la meta. El modelo está tratando de conducir la **brecha en casas** a cero. El escalón en el modelo proviene de número de casas requeridas. Se verá si es posible hacer algo mejor planificando las casas en forma personal para tratar de alcanzar y mantener un 0 en la **brecha en casas**.

Desarrollo del Juego

- Pulsar dos veces en el **Runname editing box** (recuadro de edición del nombre), escribir game1 (u otro nombre), pulsar en el botón **Game** (juego).

Se genera un gráfico **WIP** (trabajo en desarrollo) y la barra de Tareas cambia a la barra de Juegos.



El **Game Time (Tiempo de Juego)** se muestra a la izquierda. El botón **Change Gaming Variables C=1** provee una manera de cambiar los valores de la variables de Juego durante este. El botón **Stop (Detener)** detiene el juego. Los botones **Move Forward (Mover adelante)** y **Move Backward (Mover atrás)** mueven el juego en la cantidad mostrada en el recuadro **Amount to move (Cantidad a mover)** (normalmente muestra 0.5). Los tres botones estándar están a la derecha.

Moverse hacia adelante en el Juego

- Mover el gráfico **WIP** a la izquierda de su pantalla así no cubre el esquema.

Se verá que la variable *planificación* está resaltada en amarillo con texto en azul. Esto proporciona la segunda forma de cambiar los valores de las variables de juego durante el mismo.

- Pulsar en la variable *planificación*, se verá su valor inicial (4.166), presionar Intro para salir sin cambiar este valor.

Observar que el gráfico **WIP** desaparece detrás de la ventana **Build** (Ventana de construcción). Si se cambia la variable de juego desde la barra de tareas usando el botón **Change Gaming Variables (Cambiar variables de juego)**, el gráfico WIP permanecerá arriba. Otra vía de mantener dos ventanas visibles es reducir el tamaño de ambas para que ajusten a la pantalla.

- Pulsar en el botón de reducción de la ventana de construcción  (extremo superior derecho, debajo del botón de reducción de la aplicación **Vensim**).

La ventana que contiene el esquema se reducirá a un tamaño menor.

- Redimensionar y posicionar la ventana de construcción y la ventana del gráfico así es posible ver el modelo (o al menos la variable *planificación*) y el gráfico WIP.

- Pulsar dos veces en el recuadro **Amount to Move (Cantidad a mover)** en la barra de herramientas de juegos y escribir 5.

- Pulsar el botón **Move Forward (Mover hacia adelante)**. 

El **gráfico WIP** comenzará a dibujarse. El comportamiento está en equilibrio; no es necesario cambiar ningún parámetro porque la brecha en casas es actualmente cero (exactamente en el medio de la parrilla).

- Pulsar en **Move Forward** una vez más, se verá un escalón hacia arriba en la brecha en casas.

- Pulsar en *planificación* en el esquema, escribir 18, presionar Intro.

- Pulsar en **Move Forward** dos veces más.

Ver como se reduce la *brecha en casas*, mientras *Casas terminadas* muestra un aumento. Tenemos casi cerrada la brecha a cero. Lo mejor es parar de construir tantas casas.

- Pulsar en *planificacion* en el esquema, escribir 0, presionar Intro.
- Pulsar en **Move Forward**.



¡Sorpresa! Hay un exceso en el objetivo, la meta (brecha en casas) es negativa (debajo del medio de la grilla). Dado que no se puede planear “casa negativas”, el mejor plan es cero casas por un tiempo.

- Pulsar en **Move Forward** hasta que la brecha en casas sea positiva (justo encima de cero a Time = 50).

Ahora se debería comenzar a construir de Nuevo, así no tenemos una brecha positiva en casas (para la cual se requieren más casas). Se puede anticipar esto construyendo un poco antes de que la brecha sea positiva.

Retroceder en el Juego

- Pulsar dos veces el botón **Move Backward**  (hasta que *brecha en casas* se haga negativo)

Lógicamente, no podemos volver atrás el mundo real. Pero con el objeto de probar diferentes opciones cuando el juego ha progresado hacia delante en alguna dirección, podemos volver atrás en el juego.

- Pulsar en *planificacion* en el esquema, escribir un número más grande (10, por ejemplo) y luego pulsar **Intro**.

- Pulsar en **Move Forward**.

- Continuar jugando, tratando de mantener la *brecha en casa* en o cerca de cero hasta que se alcance el tiempo 100.

- Pulsar el botón **Stop**.

El gráfico WIP mostrará algo similar a esto:



Los resultados del juego no son (probablemente) mucho mejores que en la simulación original (quizás sean peores). En el gráfico de arriba *brecha en casas* fluctúa ampliamente en respuesta a las decisiones tomadas.

12 Controles de entrada-salida

Se puede personalizar la forma de trabajo de los esquemas durante la simulación agregando controles de entrada/salida a las vistas del modelo. Estos controles se pueden agregar al lado de la estructura del modelo o en vistas separadas. Usando los controles de Entrada/salida es posible crear un “espacio de control” propio para el manejo de las entradas del modelo y la presentación de los resultados de la simulación.

En este capítulo se construirá un espacio de control para un modelo existente. Los controles de Entrada/salida no son parte de la estructura del modelo, y, por lo tanto, no influyen el comportamiento del mismo. Se pueden agregar fácilmente a un modelo terminado para hacer más fácil para otra persona el uso del modelo. Los controles son aceptados en el Vensim Model Reader y proveen un mecanismo simple de hacer los modelos fáciles de utilizar. Los controles de Entrada/salida también se adaptan a los cambios en la estructura del modelo. Si se cambia el nombre a una variable el control correspondiente será automáticamente actualizado. Si se borra una variable o se cambia su tipo cualquier control asociado no tendrá más vigencia, pero no impedirá seguir trabajando con el modelo. Sólo aparecerán blancos o inactivos.

Copyright © 1998-2007 Ventana Systems, Inc.
Traducido al español con autorización
Copyright de la traducción (c) 2007 Juan Martin Garcia

Causal Tracing, Reality Check, Vensim and Ventana
son marcas registradas de Ventana Systems, Inc.

Modelo de las Ventas boca a boca

Para este ejemplo se usará un modelo de ventas boca a boca. Algunas bases conceptuales para el desarrollo de este tipo de modelos se explican en el Capítulo 4 de **Modeling Guide** (Guía para modelar).

- Abrir el modelo *ventasboca1_guia.mdl*

o bien

- Construir el modelo en base al diagrama mostrado con las ecuaciones listadas abajo y guardarlo en un directorio (por ej cap 12, como *ventasboca2_guia.mdl*). Los límites temporales son **INITIAL TIME**= 0 , **FINAL TIME**=5, **TIME STEP** = 0.0625 Units for time=año.

Ecuaciones de ventasboca1_guia.mdl

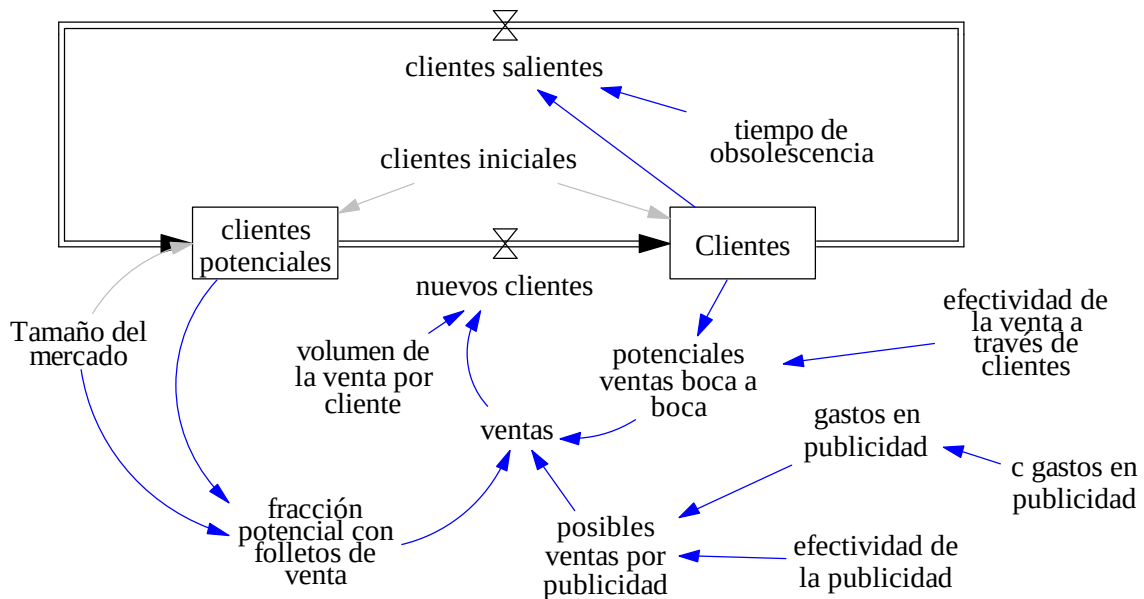
(01) c gastos en publicidad = 2e+007
Units: \$/año

```
(02) Clientes = INTEG (+nuevos clientes-clientes salientes,
    clientes iniciales)
Units: personas
```

(03) *clientes iniciales = 10000*
Units: personas

(04) *clientes potenciales = INTEG (clientes salientes -
nuevos clientes,
Tamaño del mercado - clientes iniciales)*
Units: personas

05) $\text{clientes salientes} = \text{Clientes} / \text{tiempo de obsolescencia}$
Units: personas/año



06) efectividad de la publicidad = 0.1
Units: artículos/\$

(07) efectividad de venta por clientes = 3
Units: artículos/persona/año

```
(08) FINAL TIME = 5
Units: Year
The final time for the simulation.
```


- (09) *fracción potencial con folletos de venta = clientes
potenciales / Tamaño del mercado*
Units: Dmnl
- 10) *gastos en publicidad = GAME (c gastos en publicidad)*
Units: \$/año
- (11) *INITIAL TIME = 0*
Units: Year
The initial time for the simulation.
- (12) *nuevos clientes = ventas / volumen de la venta por
cliente*
Units: personas/año
- (13) *posibles ventas por publicidad = gastos en publicidad *
efectividad de la publicidad*
Units: artículos/año
- 14) *potenciales ventas boca a boca = Clientes * efectividad
de venta por clientes*
Units: artículos/año
- (15) *SAVEPER = TIME STEP*
Units: Year
The frequency with which output is stored.
- (16) *Tamaño del mercado = 1e+008*
Units: personas
- (17) *tiempo de obsolescencia = 2*
Units: año
- (18) *TIME STEP = 0.0625*
Units: Year
The time step for the simulation.
- (19) *ventas = (potenciales ventas boca a boca + posibles
ventas por publicidad) *
fracción potencial con folletos de venta*
Units: artículos/año
- (20) *volumen de la venta por cliente = 1*
Units: artículos/persona

Controles de salida

Comenzar creando una nueva vista donde se pueda adicionar **Controles de Salida**.

- Pulsar el botón **View** (Vista) de **Status Bar** (Barra de Estado). (Está al fondo de la pantalla, etiquetado **View 1** (Vista 1) para este modelo) y seleccionar ****New**** (Nuevo)

Se abre una nueva **View** (Vista).

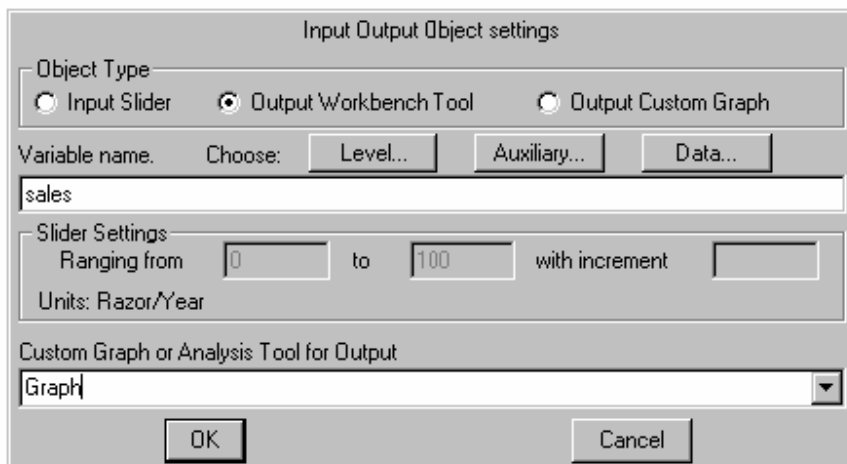
- Seleccionar la Herramienta **Input Output (Entrada Salida)**  pulsando en ella o presionando la tecla 8.

- Mover el ratón a la derecha del esquema y pulsar. Esto abrirá el **Input Output Object Settings dialog** (diálogo de selecciones para objetos de entrada salida)

- Seleccionar el tipo **Output Workbench Tool**, (Herramienta Esquema de Salida), luego Pulsar en el botón **Auxiliary** (Auxiliar) y Seleccionar **ventas** de la lista (Pulsar **OK** para cerrar el diálogo **Variable Selection** (Selección de Variables))

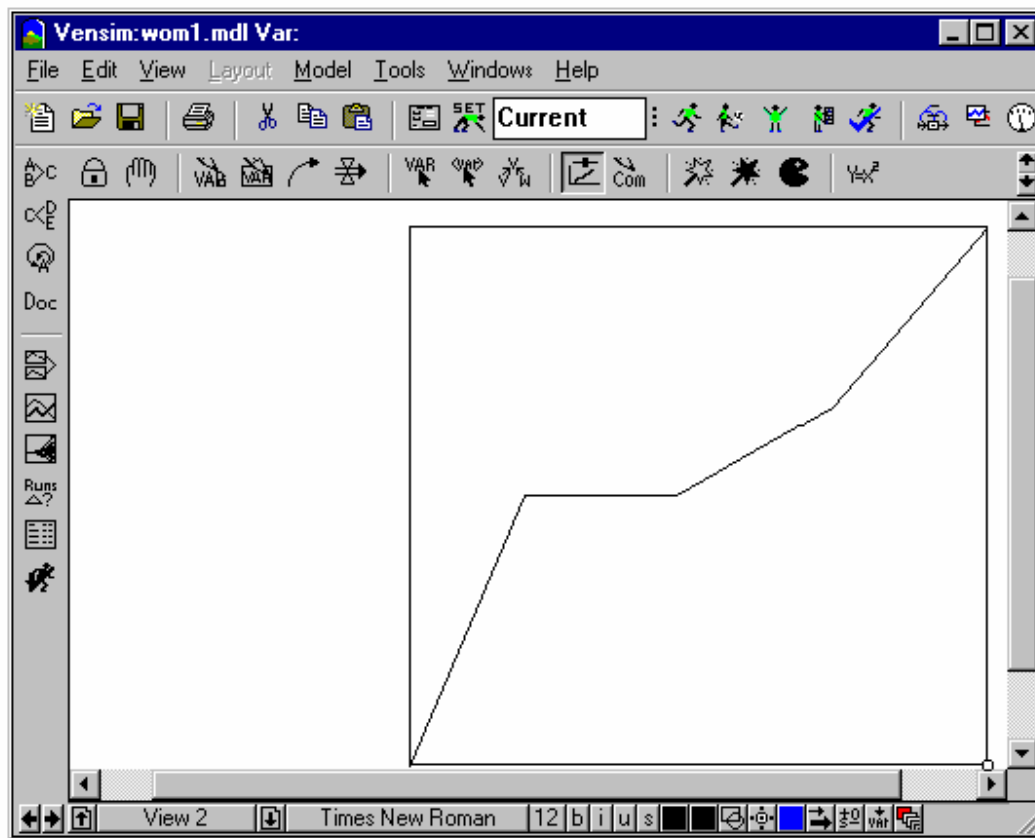
- Pulsar la lista descolgable y seleccionar la herramienta **Graph** (gráfico)

El diálogo debería aparecer de la siguiente manera:



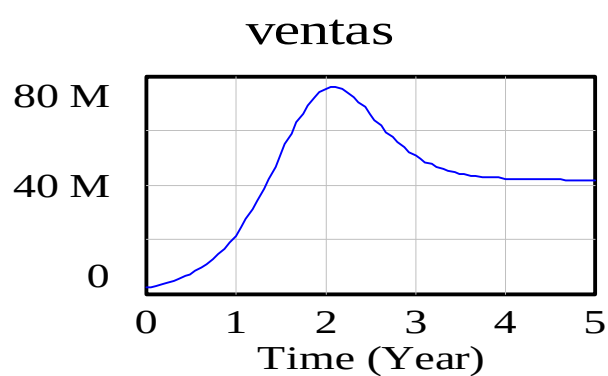
- Pulsar **OK**.

Se verá un rectángulo grande con un círculo para cambiar el tamaño visible. Redimensionar para llenar el lado derecho del esquema. El modelo debería ser similar a este:



- Pulsar el botón **Simulate** (Simular) en la barra de Tareas (o escribir Ctrl.+R).

Se ejecutará el modelo y el gráfico llenará el rectángulo.



ventas : Current artículos/año

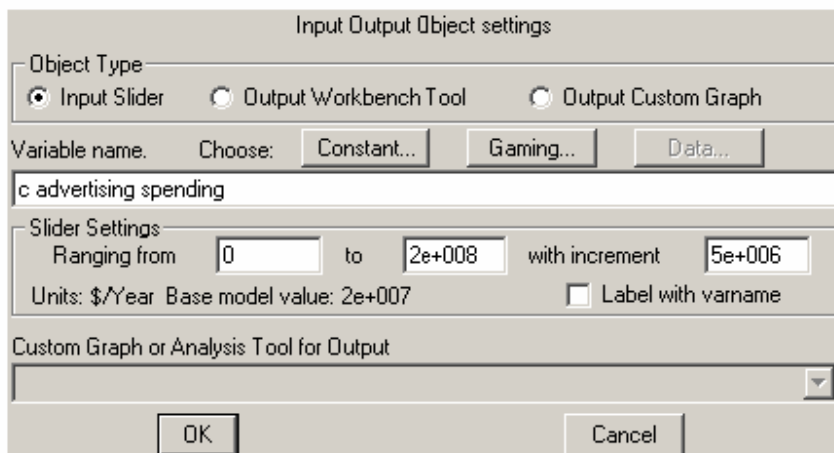
Controles de entrada

Se continuará trabajando en la misma **View** (Vista)

Cursores (Sliders)

- Seleccionar la herramienta **Input Output** (entrada/salida)  y Pulsar en el sector superior izquierdo del esquema. Se abre el diálogo **Input Output Object Settings**.
- Seleccionar el tipo **Input Slider** (Cuadro de entrada) (probablemente se abre por defecto)
- Pulsar en el botón **Constant..**(constante) y seleccionar *c gastos en publicidad* del diálogo.
- Entrar 0, 200E 6 y 0.5E6 en el **Ranging from (desde), to (hacia) y with increment (con el incremento)**.
- Pulsar en la etiqueta **with varname** para deseleccionarlo.

El diálogo debería verse:



- Pulsar en **OK**.

Se dibujará un cuadro en la pantalla

- Ajustar su tamaño así ocupa un espacio compatible con el gráfico.
- Seleccionar la herramienta **Comment (Comentarios)**.
- Escribir en el comentario “Gastos en Publicidad (\$/año)”, seleccionar **Shape None (Sin forma)** y Pulsar OK. Esta es la etiqueta para el Cuadro recién creado.

Cuadro para *tiempo de obsolescencia*

Repetir el proceso completo creando un cuadro para tiempo de obsolescencia, con rango de tiempo de 0.5 a 10 e incrementos de 0.1. Colocar la etiqueta “Vida media del producto (años)” sobre el cuadro.

Otras constantes modificables

- Seleccionar la herramienta **Shadow Variable (Variable sombra)**  y agregar en el modelo las constantes *efectividad de venta por clientes* y *tamaño del mercado*.

- Resaltar las nuevas **Shadow Variables** y fijar el color en ellas a negro, con el botón de la **Status Bar (Barra de estado)** o Pulsar-botón derecho sobre las mismas de una por vez y seleccionando el color de **text** (texto) a negro.

Alineación de los elementos

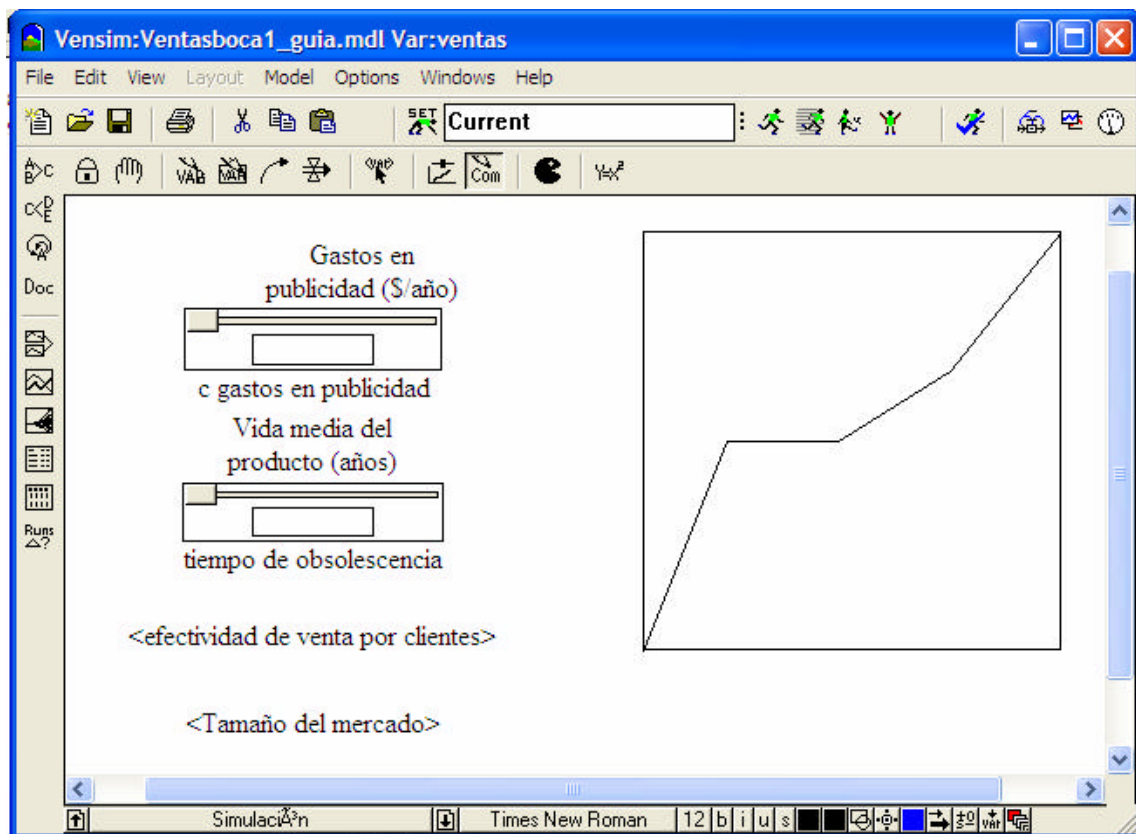
- Para lograr que los elementos que se han adicionado queden correctamente alineados, seleccionar la herramienta **Size/Move (Tamaño/Mover)**  y entonces seleccionar todos los elementos a la izquierda de modo que queden resaltados.

- Pulsar dos veces en el comentario que está arriba de todo (Gastos en publicidad (\$/año)) una vez más para desresaltarlo, y de nuevo para volver a resaltarlo.

- En el **Layout Menu** (Menú Distribución) seleccionar el item **Center on LastSel (Centrar en la última selección)**

- Posicionar la selección completa arrastando el medio del cuadro de selección hasta que se vea bien.

Con esto se habrá terminado.



Este es un buen momento para guardar el trabajo con un nuevo nombre. Para la versión en inglés, los cambios efectuados a wom1.mdl se encuentran en el modelo wom2.mdl contenido en el directorio guide\chap12\complete, que permiten comparar los cambios efectuados entre ellos con los efectuados por el lector.

Simular el Modelo

- Pulsar el botón **Set Up a Simulation** en la barra de herramientas  (o presionar Ctrl+E). Escribir un nombre nuevo para la simulación.

El gráfico se completará, los cuadros deslizables se activarán, y las variables sombras quedarán resaltadas.

- Correr un deslizador y luego Pulsar el botón **Simulate (Simular)**  de la barra de herramientas o bien presionar (Ctrl.+R) .

Se simulará el modelo y los resultados para la nueva ejecución se mostrarán en el gráfico. Repetir haciendo otros cambios. Se puede cambiar el nombre de la ejecución o bien mantenerlo. Cada vez que se efectúe una simulación se mostrarán los resultados en el gráfico de la derecha.

También se puede Pulsar el botón de **SyntheSim**  y ver el gráfico actualizado automáticamente a medida que se mueven los deslizadores. En este caso los deslizadores también aparecerán para *efectividad de venta por clientes* y para *Tamaño del mercado*.

Control de juegos

El modelo tiene una **gaming variable** (variable para juegos): *efectividad de la publicidad*. Podemos usar la misma distribución de pantalla básica que se construyó para establecer el control de simulación.

- Seleccionar la herramienta **Move/Resize** (Mover/Tamaño). .
- Resaltar el **Output Object** (objeto de salida) en la derecha, el Comentario “Gastos en publicidad (\$/año)” y el deslizador debajo de él.

Se puede hacer pulsando en uno, luego mayúscula y pulsar en los otros dos.

- Seleccionar **Edit>Copy** (Editar>Copiar) (o **ctrl.+C**)

NOTA: Es más fácil copiar **Input Output Objects** con la herramienta **Move/Resize** active. Cuando se activa la herramienta **Lock** estos objetos no podrán ser seleccionados pulsando sobre ellos, aunque puede ser seleccionados arrastrando alrededor de ellos.

Replicando a una nueva vista

- Abrir una nueva vista pulsando **New** en el botón correspondiente de la Barra de Estado ubicada abajo del esquema.
- Usar el comando Edit Paste (o Ctrl+V)
- Pulsar OK en el diálogo Paste. No hay realmente ninguna estructura para pegar, así que **Replicate** y **Paste Picture** tienen el mismo efecto.
- Seleccionar la herramienta **Input Output**  y luego pulsar en el **Slider**.

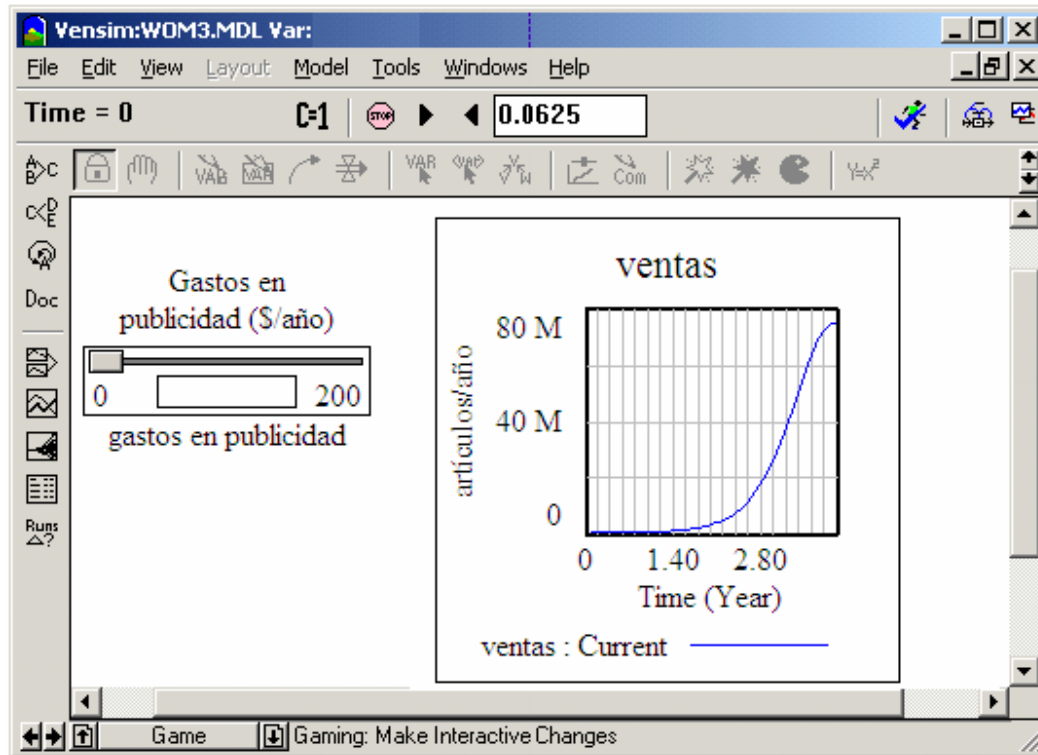
Se abrirá el diálogo **Input Output Control**.

- Pulsar en el botón **Gaming...** y pulsar para seleccionar *gastos en publicidad* (lo único en la lista). Pulsar en **OK**.
- Observar que no se necesita cambiar la etiqueta, dado que *gastos en publicidad* sigue siendo la variable controlada.

Ejecutando un Juego

- Seleccionar la solapa **Control Panel Datasets** y descargar todos los juegos de datos.
- Pulsar en el botón **Game**  para comenzar el juego.

El gráfico se completará (quizás con una escala de tiempo completa o también con una escala de 0 a 100 si se está sobrescribiendo la única simulación cargada). La escala debería ajustarse al avanzar el tiempo de simulación. El deslizador estará activo y la Barra de Herramientas cambiará para reflejar el estado de juego:



El intervalo de Juego aparece resaltado en un recuadro de edición de la Barra de Tareas. Por defecto, el Intervalo de Juego está fijado por un **TIME STEP** de 0.0625.

- Escribir 0.25.

- Hacer cambios usando el **Slider (Cursor)** y pulsando en el botón **Advance**  para avanzar en el tiempo.

El gráfico se actualiza. Es posible retroceder en el tiempo usando el botón **Backup** . Este es un buen momento para guardar el modelo. Los cambios que se han efectuado aquí también se encuentra en la versión en inglés *wom3.mdl* contenida en el directorio guide \chap12 \Complete (para el caso que se deseara compararlos).

Publicar el modelo

El modelo en su aspecto actual tiene una interfaz simple para cambiar constantes y ejecutar simulaciones, y tiene también una interfaz simple para ejecutar juegos. Se puede ayudar a las personas que no tienen conocimiento del modelo añadiendo botones de navegación para las **Views (Vistas)**, y también construyendo un **Gaming Interval (Intervalo de juego)** que sea más apropiado que el **TIME STEP** por defecto.

Intervalo de Juego

Para fijar el Intervalo de Juego a un valor más razonable, simplemente adicionar la Constante *Intervalo de Juego* al modelo, definirla como **Supplementary** y fijar su valor en 0.5 años. Cuando el juego comienza, la Constante 0.5 se leerá como el intervalo para el avance paso a paso del juego.

Comentarios y enlaces de navegación

Para ayudar a un recién llegado al modelo, es apropiado crear algunas instrucciones y guías para ayudarlos a moverse dentro del modelo.

- Crear una nueva **View** seleccionando ****New**** en el botón **Status Bar View**.

Dar nombre a las vistas

- Seleccionar el menú View-Rename. En el diálogo que se abre escribir “Guía para el uso” y luego pulsar OK.

Esta vista tendrá como nombre “Guía para el uso”. Se puede cambiar el nombre a las otras vistas de igual manera, a “Estructura”, “Simulación” y “Juego”.

Reordenar las vistas.

- Seleccionar del menú **View-Reorder**.
- Presionar con el ratón en “Guía para el uso” en la lista de **Views**.
- Manteniendo el botón del ratón moverlo hasta cerca del tope.

"Guía para el uso" desaparecerá y la forma del puntero cambiará a una cruz.

- Mover la cruz arriba hasta que esté centrada cerca del tope del primer nombre (Estructura) y soltar el botón del ratón.

"Guía para el uso" debería aparecer en la primera posición. Si no lo hace, repetir la operación liberando el ratón un poco más abajo. Si mueve el centro de la cruz fuera de la lista "Guía para el uso" volverá a su antigua posición.

- Pulsar OK.

Añadir comentarios

Si no está en la vista “Guía para el uso”, cambiar a esta seleccionando “Guía para el uso” mediante el botón **View** o usando las teclas **Page Up** y **Page Down**.

- Seleccionar la herramienta **Comment**  y pulsar en el extremo superior de la pantalla.
- Escribir cualquier comentario que pueda resultar de ayuda. Mirar abajo para ver que comentarios fueron agregados.

Enlaces de Navegación

Un Enlace de Navegación es un comentario en el que se completó el campo **Navigate** . Cuando se pulsa en un enlace de navegación (con la herramienta **Lock** seleccionada), la Vista es automáticamente cambiada a la Vista nombrada en el campo **Navigate**.

- Con la herramienta **Comment**, pulsar en el diagrama debajo de los comentarios existentes.

- Escribir en "Estructura " y seleccionar **Box** en el campo **Shape**.

- Pulsar en el botón a la derecha de la vista **Navigate**.

En el nuevo diálogo, aparecerá una lista de las vistas.

- Seleccionar "Estructura" de la lista y pulsar OK.

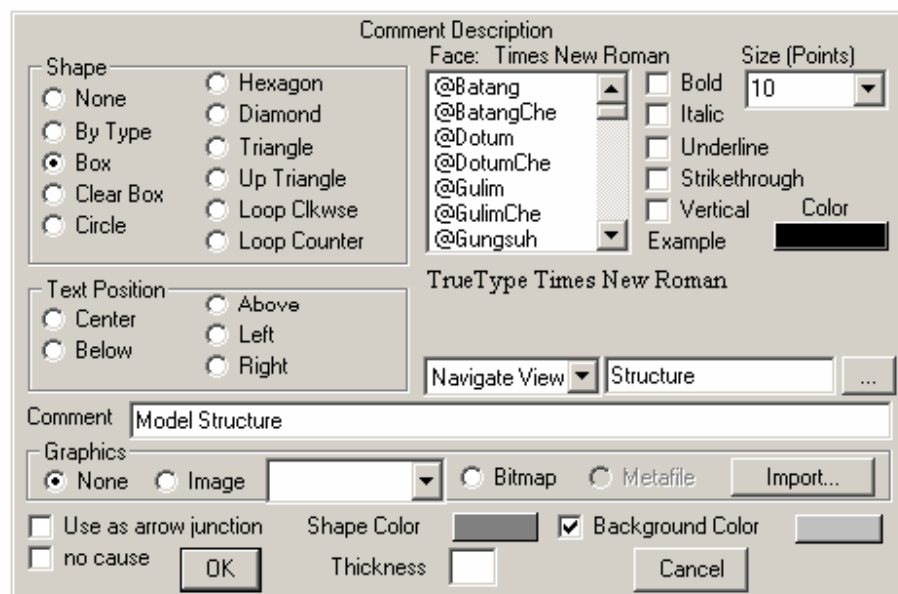
- Pulsar con el botón a la derecha de **Shape Color** y pulsar en el botón gris oscuro.

- Pulsar en el botón a la derecha de **Background Color** y pulsar en color gris claro.

- Completar el campo Thickness debajo de colores con 2.

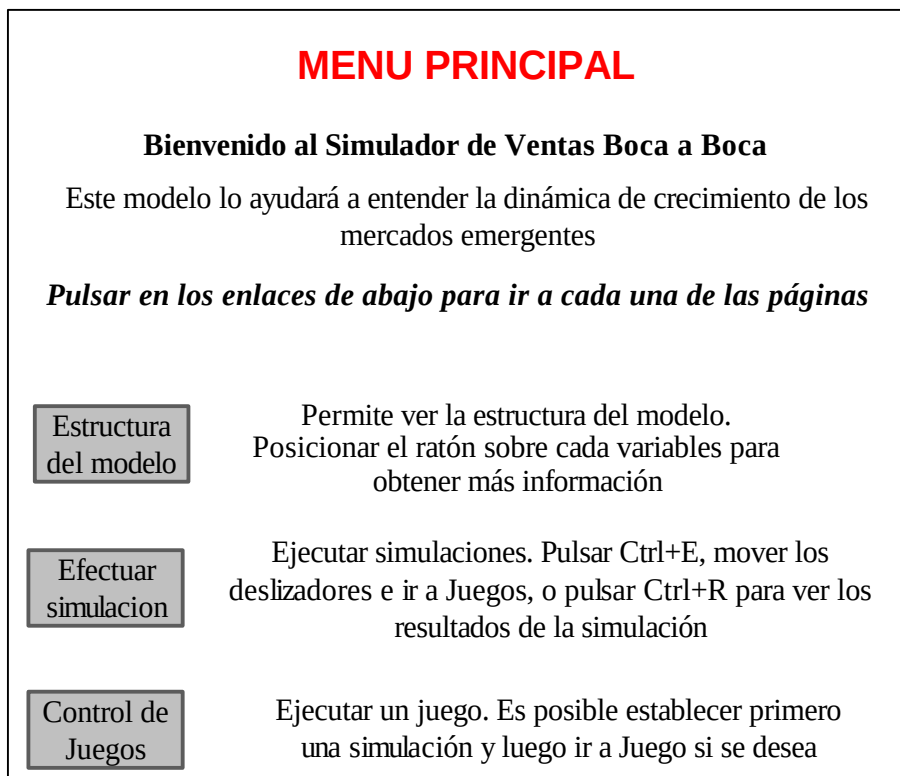
El uso de color gris y color gris oscuro con espesor en 2 hace que el Comentario luzca algo diferente a un botón.

El comentario de descripción debería aparecer así:



- Establecer enlaces de Navegación con cada una de las otras vistas asignándoles las etiquetas "Establecer Simulación" y "Control de Juegos".

El diagrama debe tener este aspecto:



- Agregar **Enlaces de Navegación** referidos “Guía para el uso” desde cada una de las otras vistas. En la vista Simulación es necesario agregar también un Enlace a la vista Juego.

Este es un buen momento para guardar el modelo. Si se desea consultar el modelo en inglés que contiene estos cambios, consultar wom4.vmf en el directorio guide\chap12\Complete.

Se usa la extensión **.vmf** en lugar de la **.mdl** normal, aspecto que es explicado más abajo.

Verificaciones

Seleccionar la herramienta **Lock** y probar los Enlaces de Navegación. También repetir el setting up y ejecución de una simulación. Rever la apariencia de la vista “Simular” en la vista en modo de Juego. El comportamiento del modelo con la herramienta Lock activa es esencialmente el mismo que en el **Vensim Model Reader**.

Guardar en Formato Binario

El Vensim Model Reader es un programa de sólo lectura que no tiene capacidad para convertir modelos en formato texto en algo que pueda ser simulado. Debido a esto es necesario guardar los modelos desarrollados en un formato binario especial. Para hacer esto sólo es necesario elegir **File-Save As...** del menú File.

Publish a model package for use by others

Name: WDM4.vpm Sel...

Model: WDM4.vmf Sel...

Also include:

- ☒ Settings
- ☐ Toolset
- ☐ .vgd file
- ☐ Extern dll

Additional files: Remove Add...

Package Type: ☒ Model ☐ Venapp (application will open)

Readable by:

- ☒ Model Reader
- ☒ Runtime
- ☒ PLE/Plus/Std/Pro
- ☐ Application Runtime
- ☒ DSS
- ☒ Special
- ☒ DLL

☐ No Save As ☐ No Copying ☐ Scramble binaries for redistribution

☐ Password Protect Password: Confirm:

Other details for problem solving: Vensim® DSS for Windows Version 5.5a Serial #0 Windows NT/2K/XP Version 5.1 build 2600 Service Pack 2

OK Cancel

Seleccionar en tipo **Binary Format Models** y luego escribir un nombre. También se puede hacerlo simplemente escribiendo un nombre con la extensión .vmf, ya que **Vensim** determinará el tipo de archivo que se desea guardar por la extensión que se la ha asignado.

Es posible abrir y trabajar con modelos en formato binario al igual que con los modelos en formato texto. Los archivos en formato binario son mayores y menos convenientes para archivar ya que solo pueden ser abiertos con **Vensim**. No obstante, los archivos binarios tienen la ventaja de hacer más fácil trabajar con **Based On** en el diálogo **Simulation Control** como se discute en el capítulo 8 del Manual de Referencia. Los formatos binarios también hacen también más fácil trabajar con simulaciones compiladas, como se discute en el **Vensim DSS Reference Supplement**.

Se ha creado un modelo que puede ser enviado a cualquiera y podrá ser usado descargando la versión gratuita del **Vensim Model Reader**.

13 SyntheSim ®

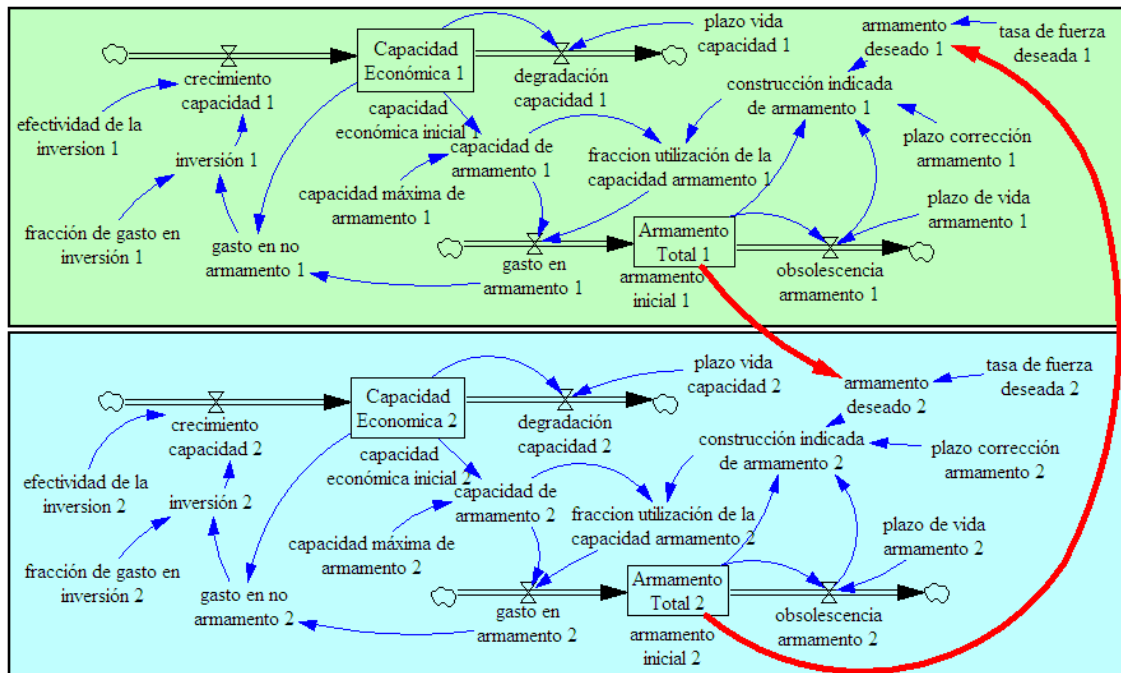
Los modelos se construyen en general como un proceso con sucesivas etapas. Se toman algunas hipótesis, se hace alguna simulación y después se observan los resultados. Hace veinticinco años todo eran limitaciones. Los equipos eran grandes, caros y muy lentos comparándolos con las de hoy. El acceso era a través de terminales de tiempo compartido o quizás incluso con tarjetas perforadas y los trabajos debían ser enviados para su ejecución y las salidas había que ir a buscar al centro de cálculo principal o, si había suerte, a una impresora lejana. La tecnología ha cambiado mucho, pero el tratamiento en etapas de la simulación ha seguido siendo una pesada herencia hasta ahora, hasta que ha sido posible observar los resultados de simulaciones a medida que se van realizando. Esto realmente no ha alterado el proceso de cambio, cálculo y revisión de la simulación. Los softwares actuales permiten una mayor flexibilidad en estos procesos, y Vensim en concreto denomina a esta prestación con el nombre de SyntheSim.

Copyright © 1998-2007 Ventana Systems, Inc.
Traducido al español con autorización
Copyright de la traducción (c) 2007 Juan Martin Garcia

Causal Tracing, Reality Check, Vensim and Ventana
son marcas registradas de Ventana Systems, Inc

Un modelo básico de la carrera de armamentos

Va a construir un modelo sobre la carrera de armamentos relacionándola con el crecimiento económico. Dibuje el siguiente diagrama siguiendo las instrucciones de las páginas siguientes.



Nuevas prestaciones en la diagramación

El diagrama anterior tiene dos características especiales. La primera es que se incluyen unos rectángulos grandes para delimitar cada uno de los lados de la carrera de armamentos. La segunda es la flecha larga, no circular, que conecta los dos lados. A continuación se muestra el proceso de construir estas características.

- Dibujar el diagrama, excepto los dos rectángulos de color y la flecha desde *Armamento Total 2* a *armamento deseado 1*, que se explicará a continuación.

Las Conexiones largas

La flecha desde *Armamento Total 2* al *armamento deseado 1* no es una curva normal, se crea usando varias flechas menores unidas a través de comentarios, que permiten formar estas flechas (llamadas uniones). Para esto necesita crear las uniones primero, después añada las flechas, después liberar las puntas de flecha extras y poner el tamaño de las uniones en 0.

- Seleccionar la herramienta de **Comentario**.
- Pulsar en una parte vacía del esquema a la derecha de *obsolescencia del armamento 1*.
- Seleccionar azul como el color de fondo (**Background color**).
- Marcar en la casilla de verificación **Use as arrow junction (Usar como unión de flecha)**.
- Pulsar en **OK**. Se ha formado una caja de unión.
- Cambiar el tamaño de la caja de unión para hacerla un poco más pequeña (aproximadamente 10x10).
- Repetir las acciones anteriores a la derecha de *obsolescencia armamento 2*, o copiar y pegar la caja de unión.
- Seleccionar la herramienta **Flecha**.
- Dibujar una flecha desde *Armamento Total 2* a la caja de unión más baja.
- Dibujar una flecha de la caja de unión más baja hasta la superior.
- Dibujar una flecha desde la caja de unión superior hasta *armamento deseado 1*
- Pulsar en las dos flechas inferiores, suprimir la señal de **Arrowhead (Punta de flecha)**, en la parte superior, y poner el grosor de la flecha en el segundo grosor y el color en rojo.
- Cambiar el grosor y el color en la flecha superior, para que sea igual que las otras.
- Ajustar las posiciones de las cajas de unión y curvar las flechas para que queden bien.
- Redimensionar las cajas de unión para tener tamaño 0. Simplemente empujar el círculo hacia arriba y a la izquierda hasta que no se vea nada.

Sugerencia: Si se quiere mover las cajas de unión después de que los ha llevado a tamaño 0 se puede seleccionar la herramienta (Move/Size) y seleccionar la línea alrededor de ellos y después mover el rectángulo de la selección.

Cajas de Contenido

- Seleccionar la herramienta de **Comentario** y pulsar en el área en blanco en la esquina superior izquierda del esquema.

- En el diálogo seleccionar la **Box** y el **Thickness 2** (en la parte inferior del menú), Escoger como Background un color verde claro, luego pulsar en **OK**.

- Redimensionar la caja para que contenga la parte superior del modelo.

NOTA Después de que ha creado la caja, el círculo del tamaño será visible por unos segundos. Si el cuadro de tamaño desaparece simplemente pulse en la herramienta de **Move/Size** para hacerlo visible de nuevo.

- Pulsar en la herramienta de **Candado**.

- Pulsar en el rectángulo creado. Se resaltará.

- Pulsar en el icono **Llevar las palabras resaltadas a segundo plano**  en la barra de estado. Desaparecerá el resaltado y el rectángulo se colocará como fondo del modelo.

- Repetir el proceso anterior en la mitad inferior del modelo, escogiendo un color azul claro.

Min, Max e Incremento

En el editor de Ecuaciones puede entrar un valor mínimo, un valor máximo y un incremento para cada ecuación.

Minimum Value	10	Maximum Value	500	Increment	5
---------------	----	---------------	-----	-----------	---

en otras configuraciones se llaman **Range (Rango)**

Group:	.Arms2	▼	Range:	10	500	5	Go To:	Prev	Next	HiLite	Choose	New
--------	--------	---	--------	----	-----	---	--------	------	------	--------	--------	-----

En las variables del modelo dinámico el rango se usa para que se generen mensajes de aviso cuando las variables se hacen demasiado pequeñas o demasiado grandes. Con un rango por ejemplo de [10,500] se recibiría un aviso siempre que la variable fuera menor de 10 o mayor de 500. Para las Constantes, el rango se usa para especificar lo grande o pequeña puede ser una constante.

En este caso el incremento indica cuánto cambia una Constante cuando el cursor se mueve. Por ejemplo el rango [10,500,5] permitiría a la Constante ir de 10 a 500 cambiando 5 en cada movimiento. El rango [0,1,1] podría usarse para un interruptor de Encender / Apagar (On / Off).

Si no especifica ningún rango para una Constante, se definirá uno sobre la base de los valores del modelo. Si no especifica ningún incremento, se dividirá el rango en aproximadamente 80 intervalos iguales.

Ecuaciones del modelo

Las ecuaciones del modelo son bastante claras de comprender. Los rangos se muestran en paréntesis cuadrados siguiendo a las unidades. Con la excepción de *Armamento Deseado* las ecuaciones para ...2 son exactamente iguales que aquellos para ...1 con un 2 en lugar de un 1 al final y por eso estas ecuaciones no están repetidas.

```
armamento deseado 1= Armamento Total 2 * flujo de fuerza
deseada 1
Units: M$
armamento deseado 2= Armamento Total 1 * flujo de fuerza
deseada 2
Units: M$
armamento inicial 1= 50
Units: M$ [0,200,5]
armamento inicial 2= 50
Units: M$ [0,200,5]
Armamento Total 1= INTEG ( gasto en armamento 1-obsolescencia
armamento 1, armamento inicial 1)
Units: M$
capacidad de armamento 1= Capacidad Económica 1 * capacidad
máxima de armamento 1
Units: M$/Año
Capacidad Económica 1= INTEG (crecimiento capacidad 1 -
degradación
capacidad 1, capacidad económica inicial 1)
Units: M$/Año
capacidad económica inicial 1= 100
Units: M$/Año [10,500,5]
capacidad máxima de armamento 1= 0.4
Units: Fracción [0,1,0.05]
construcción indicada de armamento 1= MAX(0,obsolescencia
armamento 1 + (armamento deseado 1 - Armamento Total 1)/plazo
corrección
armamento 1)
Units: M$/Año
crecimiento capacidad 1= inversión 1 * efectividad de la
inversión 1
Units: M$/Año/Año
Degradación capacidad 1= Capacidad Económica 1/plazo vida
capacidad 1
Units: M$/Año/Año
efectividad de la inversión 1= 0.15
Units: 1/Año [0.01,0.4,0.01]
FINAL TIME = 100
Units: Año
fracción de gasto en inversión 1= 0.3
```

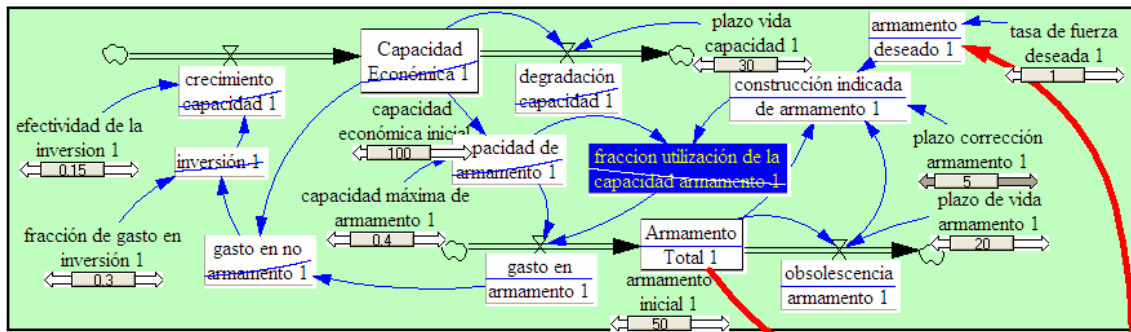
Units: Fracción [0,0.6,0.05]
 fracción capacidad armamento usada 1= WITH LOOKUP (ZIDZ
 (construcción indicada de armamento 1, capacidad de armamento
 1)([(0,0)(10,1),(0,0),(1,1),(10,1)],(0,0),(0.4,0.4),(2,0.8),(
 3,0.9),(5,1),(10,1)))
 Units: Dmnl
 gasto en armamento 1= capacidad de armamento 1 * fracción
 capacidad armamento usada 1
 Units: M\$/Año
 gasto en no armamento 1= Capacidad Económica 1 - gasto en
 armamento 1
 Units: M\$/Año
 INITIAL TIME = 0
 Units: Año
 inversión 1= gasto en no armamento 1 * fracción de gasto en
 inversión 1
 Units: M\$/Año
 obsolescencia armamento 1= Armamento Total 1/plazo de vida
 armamento 1
 Units: M\$/Año
 plazo corrección armamento 1= 5
 Units: Año [1,20,1]
 plazo de vida armamento 1= 20
 Units: Año [2,60,1]
 plazo vida capacidad 1= 30
 Units: Año [3,80,1]
 SAVEPER = TIME STEP
 Units: Año [0,?]
 tasa de fuerza deseada 1= 1
 Units: Dmnl [0,5,0.1]
 TIME STEP = 0.125
 Units: Año [0,?]

Estructura, conducta y velocidad

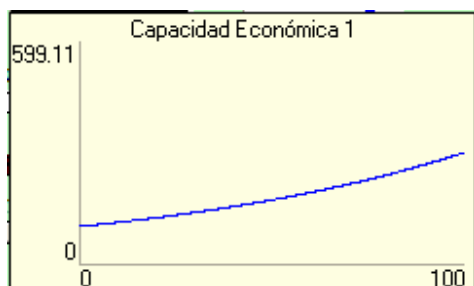
El nombre de SyntheSim se debe a que permite usar la Simulación para Sintetizar la estructura y la conducta de un modelo. Se presentan a menudo los eventos, las conductas y la estructura como una jerarquía de diferentes maneras de observar el mundo, con eventos que surgen de los patrones de conducta subyacentes y el comportamiento que surge debido a la estructura. Los modelos de simulación representan la estructura que, a través de la simulación, genera el comportamiento. La conexión entre la estructura y el comportamiento es fuerte pero puede ser difícil conseguir una comprensión de cómo la estructura causa el comportamiento. Superponiendo el comportamiento en la estructura y actualizando el comportamiento al instante cuando hace los cambios se dispone de herramienta para comprender mejor su modelo.

- Pulsar en el icono de **Simulación** para simular al modelo.
- Seleccione la opción del menú **View>Show Behavior (Ver>Mostrar Comportamiento)**.

En vez de sólo ver el diagrama ahora observará lo siguiente:



Se muestra el comportamiento a lo largo del tiempo para cada una de las variables dinámicas directamente en el esquema. Puede trabajar con el esquema, mover palabras y flechas y cambiar las ecuaciones viendo como se comportan. Si posiciona el ratón encima de una variable y espera, aparecerá una versión más grande del gráfico pequeño.



El gráfico es igual que el pequeño gráfico que aparece en el diagrama pero ahora tiene una etiqueta. Si hace varias simulaciones cada una se mostrará con un color diferente en todos los pequeños gráficos. Cargando y descargando la simulación en el Panel de control puede controlar las que desea observar.

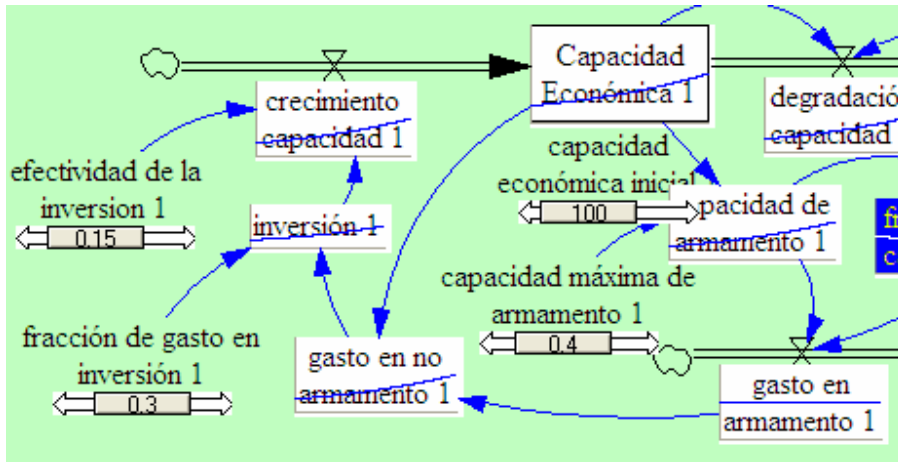
Hacer simulaciones

- Pulsar en el icono de **SyntheSim** .



- Responder Sí (Yes) a la pregunta de si quiere o no sobrescribir la simulación existente.

Además de los gráficos de cada variable, observará que cada constante tiene un cursor:



Los cursores se crean automáticamente para todas las constantes del modelo debajo del nombre de la variable (excepto en el caso de una variable con alguna forma y que tenga el nombre debajo, en este caso el cursor aparecerá encima del nombre).

En el modo SyntheSim se simulará el modelo y se mostrarán los resultados cada vez que hace un cambio a una Constante en el modelo o a una función gráfica (Lookup). Hay varias maneras de introducir cambios.

Mover los Cursores

- Puede modificar el valor de las constantes desplazando los cursores.

- Posicionar el ratón sobre el cursor justo debajo de la *tasa de fuerza deseada 1*.

- Pulsar el botón del ratón.

Cuando hace esto el icono del cursor se coloca hacia adentro y el indicador puede moverse un poco para reflejar la posición actual del cursor.

- Mover despacio el cursor hacia la derecha hasta que alcance aproximadamente 2.

Cuando haga esto observe lo que pasa con los niveles en el modelo. Observe como los armamentos se mueven de una condición plana a algo que crece rápidamente con un

comportamiento en forma de S. Los gráficos se pondrán con el fondo en rojo brevemente para indicar que sus escalas están aumentando y azul para indicar que están disminuyendo.

- Liberar el botón del ratón.

El cursor que ha estado moviendo tendrá barras grises que indican que es el cursor actual.

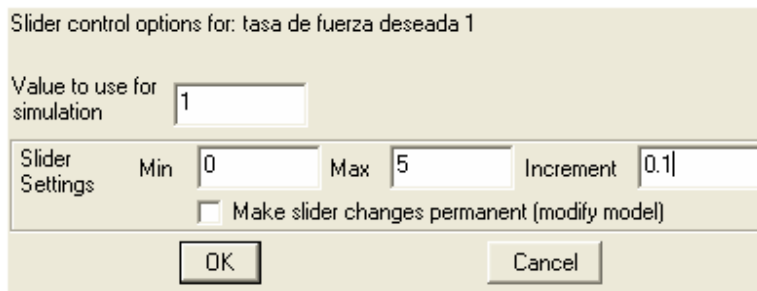
- Pulsar en el icono de **Restablecer Cursor Actual** . 

El valor para este cursor volverá al valor del modelo y el modelo se simulará de nuevo con las condiciones originales. Debería de observar los gráficos de las variables *Armamento Total de 1 y 2* planos

Asignar valores al cursor

Los cursores se mueven de un lado a otro dentro del rango impuesto en las ecuaciones para la constante o, si no se fijó ningún rango, a lo largo de un rango calculado por Vensim teniendo en cuenta el valor de la Constante. También puede definir el valor de la Constante o el rango del cursor pulsando en las barras del cursor . 

- Pulsar en las barras del cursor (no sobre el cursor) debajo de la *tasa de fuerza deseada 1*. Se abrirá una caja de diálogo. Si se equivoca y pulsa en el icono, éste se deprimirá – libere el botón del ratón e inténtelo de nuevo.



Slider control options for: tasa de fuerza deseada 1

Value to use for simulation

Slider Settings Min Max Increment

☐ Make slider changes permanent (modify model)

- Modificar el **Valor a usar para la simulación (Value to use for simulation)** a 2, el **Min** a 1, el **Max** a 2 y el **Incremento** a 0.01. Después pulse **OK**.

El modelo simulará con la *tasa de fuerza deseada 1* repítalo en 2 y mostrará los resultados. El cursor estará en el extremo derecho de su rango.

- Desplazar el cursor de un lado a otro y repase los resultados. De esta forma consigue mucho más control sobre el cursor dentro de un rango definido de valores.

- Pulsar la Tecla de Inicio (Home) o pulsar en el icono del **Restablecer Cursor Actual**. El valor de *tasa de fuerza deseada 1* se restablece a 1, pero el cursor va a permanecer en el valor modificado. El rango no se modificará hasta que cambie la pantalla o detenga el SyntheSim. Si selecciona la casilla de verificación de **Hacer los Cambios en el Cursor Permanentes (modelo modificado) (Make Slider Changes Permanent (modify model))** cuando hace los cambios de rango, estos se guardarán de forma permanente en el modelo.

Usar las Teclas de Flecha

Además de usar el ratón para mover el cursor se pueden usar también las teclas de flecha para cambiar los valores de las constantes. Existe un cursor diferente de los otros, de forma que la mayoría de los cursores se observarán así  mientras que uno de ellos tendrá las barras oscuras como . El que tiene las barras oscuras es el cursor activo. Siempre que pulse en un cursor se pone activo.

- El cursor activo debe ser el que está debajo de *tasa de fuerza deseada 1*. Si no es ese, púlsarlo.

- Pulsar la tecla de la flecha derecha.

El valor del cursor debe aumentar de 1 a 1.01 y observará un cambio pequeño en los gráficos.

- Pulsar de nuevo y el valor modificará a 1.02 y así sucesivamente.

- Pulsar la tecla de la flecha izquierda.

El valor del cursor disminuirá en .01. Las teclas de flecha son muy útiles si quiere moverse despacio dentro del rango de una Constante. También pueden ser útiles si está trabajando con modelos más grandes y quiere hacer una simulación cada vez que modifica un valor (desplazando el cursor, hará a menudo dos o tres simulaciones).

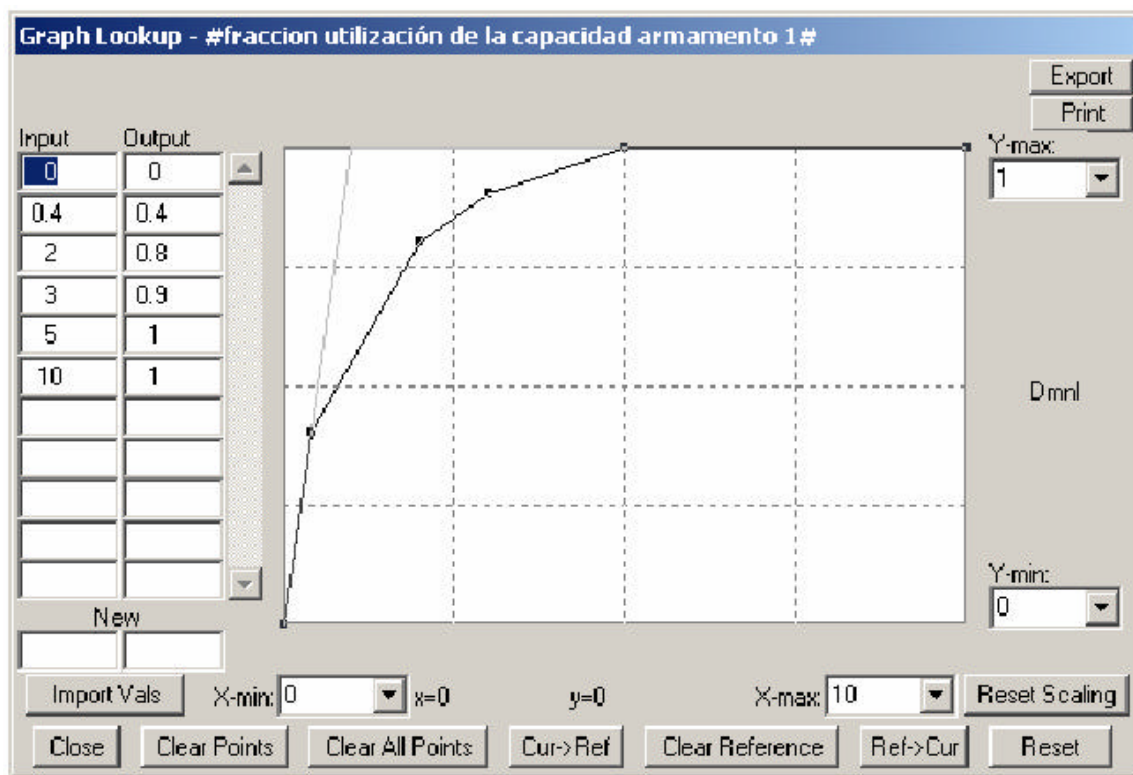
Cambiar la función gráfica (Lookup)

Los cambios en la función gráfica (Lookup) se hacen abriendo el editor de función gráfica (Lookup Editor) y modificándola. Cuando se hacen las modificaciones, el modelo se ha de simular de nuevo y se mostrarán los resultados.

- Mover el cursor debajo de *tasa de fuerza deseada 1* hasta que tome el valor 2 aproximadamente.

- Pulsar en la *fracción utilización de la capacidad armamento 1*.

Se abrirá el siguiente editor de la función gráfica (Lookup).



El editor de la función gráfica (Lookup) en el modo SyntheSim tiene un botón de **Reset** en vez de un botón de Cancel. Cada vez que hace un cambio en el valor en la función gráfica (Lookup) y se simula el modelo, no hay ninguna manera de cancelar el cambio. El icono de **Reset** (inicialización) vuelve a colocar los valores originales del modelo.

- Posicionar el ratón encima del tercer punto en el gráfico y luego arrastrar este punto hacia arriba.

- Observar el comportamiento de las variables mientras mueve los puntos.

- Pulse en el icono **Close** para cerrar el Editor de Ecuaciones.

Hacer cambios desde la Barra de Herramientas (No en PLE ni PLE Plus)

Además de hacer los cambios en las Constantes y la Función Gráfica (Lookup) en la pantalla, puede hacer los cambios pulsando en el icono **Cambiar las Constantes del Modelo**  y en el de **Cambio de Función Gráfica (Lookup)**. Éstos traen menús con las listas de Constantes y Función Gráfica (Lookup),  respectivamente.

- Pulsar en el icono **Cambiar las Constantes del Modelo**.
- Pulsar en la *tasa de fuerza deseada 1* en la lista y después pulse en **Modif. (Modifique)** o pulse la tecla de Enter. El valor actual aparecerá resaltado en la caja de edición.
- Teclee 1.8 y pulse la tecla Enter. Se simulará el modelo. También observará modificarse el valor del cursor debajo de la *tasa de fuerza deseada 1*.
- Pulsar en **Close (Cerrar)**.
- Pulsar en el icono **Change Lookups (Cambio de la Función Gráfica (Lookup))**.
- Pulsar en *# fracción capacidad armamento usada 1 #* (los signos # son agregados por Vensim) y pulse en **Modificar (Modify)**.
- Hacer los cambios en Cambio de la Función Gráfica (Lookup) como antes y después pulse en **Close (Cerrar)**.

Hacer experimentos de simulación

Hasta ahora hemos estado observando un solo gráfico para cada variable. Puede guardar las simulaciones interesantes y también los resultados de las simulaciones múltiples de los gráficos en miniatura.

- Pulsar en el icono de **Restablecer todas las Constantes (Reset all Constants)**. 

Esto no sólo restablece los cambios hechos a las constantes sino también cualquier cambio que haya hecho a las funciones gráficas (Lookup).

- Pulsar en el icono **Guardar esta Simulación a**  .

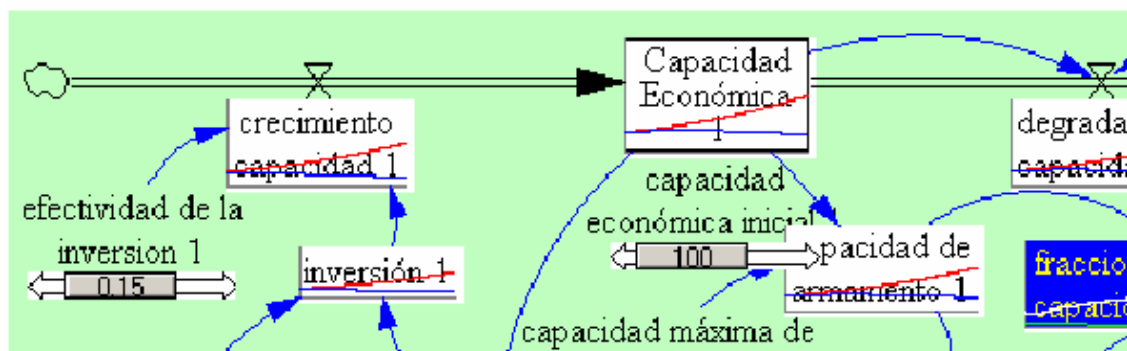
- Teclear el nombre *baserun*.

- Pulsar en **Save**.

Observará que la pantalla parpadea y no parece cambiar. Esto es así porque la simulación base es igual que el *experimento* actual.

- Subir el valor del cursor en la *tasa de fuerza deseada 1* a 2.

Deben aparecer dos gráficos en cada variable.

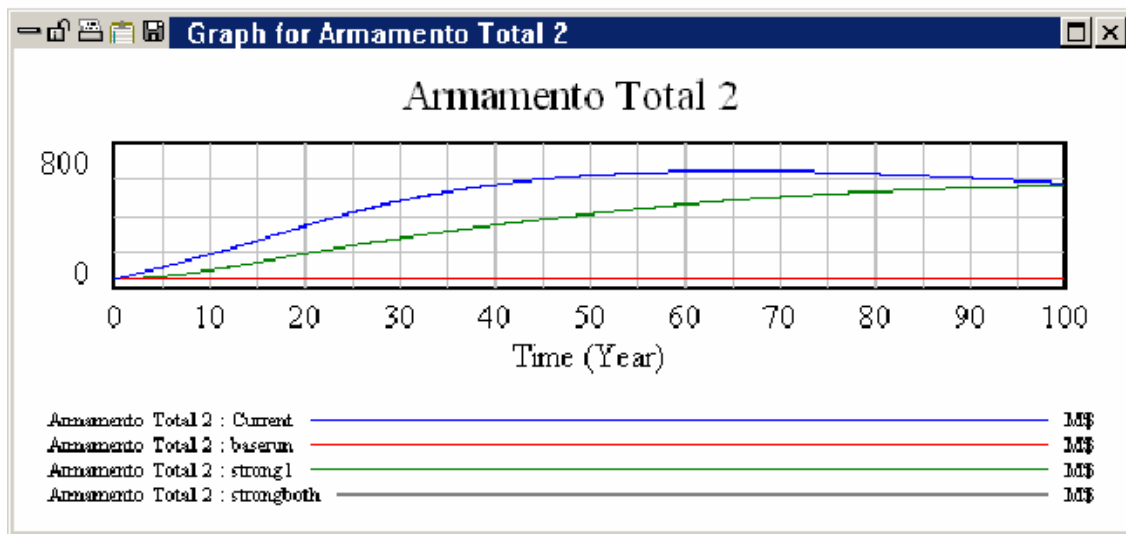


- Pulsar en el icono **Guardar esta Simulación a....** Teclee el nombre *strong1* y pulse en **Save**.

- Subir el cursor de *tasa de fuerza deseada 2* a 2.

- Pulsar en el icono **Guardar esta Simulación a....** Teclee el nombre *strongboth* y pulsar en **Save**.

- Pulsar en *Armamento Total 2* y pulsar en la herramienta de **Gráfico**. Observará el gráfico siguiente:



Observar como las simulaciones *strong1* y *strongboth* terminan casi en el mismo lugar.

- Pulsar en la *Capacidad Económica 2* y pulse en la herramienta de **Gráfico**.

Cuando el país 2 es más agresivo en la fabricación de armas, la consecuencia no es más armas sino menos actividad económica. Si modifica los valores de la *fuerza deseada* observará que después de un punto máximo de rendimientos se llega a un nivel inferior de armas al final de la simulación.

Cargar y descargar las Simulaciones

Puede cargar y descargar simulaciones y cambiar otras condiciones desde el Panel de control. Si cambia la configuración del eje de Tiempo, se modificará la apariencia de gráficos, aunque no tendrá un efecto en los gráficos en miniatura (éstos se muestran en rango de simulación completo).

- Pulsar en el icono **Panel Control** y pulse en el icono de **Datasets (Simulaciones)**.

- Pulsar en *strong1* y pulsar en el icono <<.

- Pulsar en *baserun* y pulsar en el icono <<.

Cuando haga estos cambios observará los gráficos en miniatura, que se vuelven a dibujar para reflejar la lista de simulaciones cargadas. Puede tener hasta 16 simulaciones cargadas.

Romper ciclos de realimentación (No en Vensim PLE)

Una manera muy eficaz de comprender el comportamiento de un modelo es romper los ciclos de realimentación y observar qué es lo que cambia. Esto es muy fácil de hacer con SyntheSim, aunque esta prestación no está disponible en Vensim PLE.

Detener la carrera de armamentos

Una manera muy eficaz de entender el comportamiento de un modelo es romper los ciclos de realimentación y observar qué es lo que cambia. Esto es muy fácil de hacer con SyntheSim.

- Pulsar en el icono de **Restablecer Todas las Constantes** 

Esto restablece todos los cursores a las posiciones iniciales (y restablece todos los cambios de la función gráfica (Lookup). Observe que si hubiera movido sólo un cursor y ese cursor todavía está activo, esto es igual que restablecer el cursor actual.

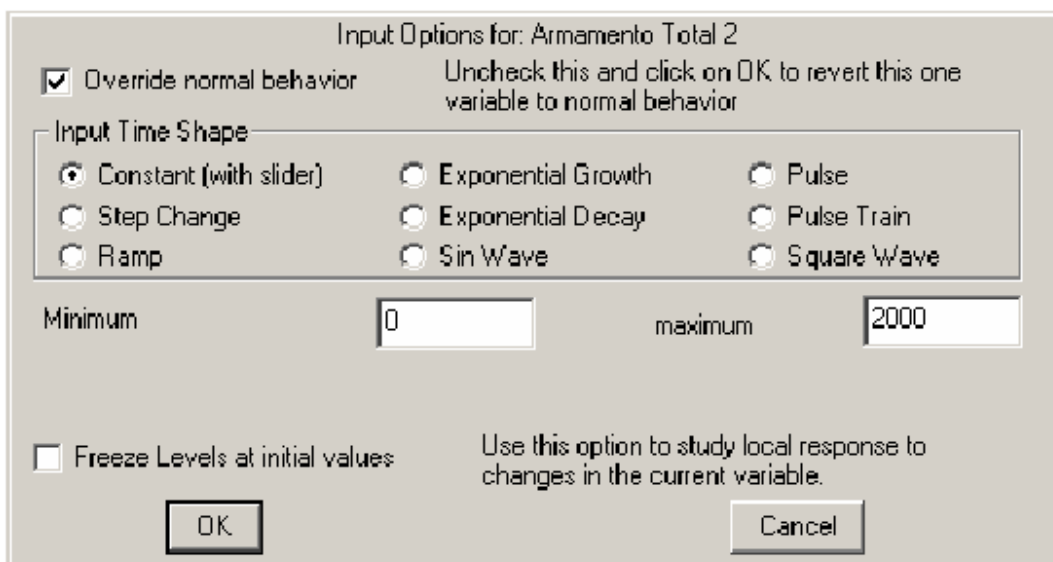
- Arrastrar el cursor bajo la *tasa de fuerza deseada 1* a 2.

Las dos líneas del gráfico deben estar una encima de la otra. Si esto no pasa seguro que las dos simulaciones que ha cargado son *strong1* y *current*.

- Pulsar en el *Armamento Total 2* con el botón derecho del ratón. Aparecerá el diálogo para forzar una variable.

Cuando una variable se fuerza, en lugar de usar el valor calculado para ella se usará un valor externo a la entrada. Este valor puede ser una constante, o uno de varios modelos de la entrada alternativos.

- En el campo de **maximum (máximo)** entre 1000 y pulsar en **OK**.



Input Options for: Armamento Total 2

☒ Override normal behavior Uncheck this and click on OK to revert this one variable to normal behavior

Input Time Shape

☒ Constant (with slider)	☐ Exponential Growth	☐ Pulse
☐ Step Change	☐ Exponential Decay	☐ Pulse Train
☐ Ramp	☐ Sin Wave	☐ Square Wave

Minimum maximum

☐ Freeze Levels at initial values Use this option to study local response to changes in the current variable.

El modelo se simulará con *Armamento Total 2* constante en 500. Esta variable se mostrará en un color diferente para indicar que no está calculándose de la manera normal y habrá un cursor de entrada justo debajo della.

- Arrastrar el cursor bajo el *Armamento Total 2* hacia abajo hasta obtener un valor de 50 - éste es el valor inicial original para esta variable.

- Pulsar en *Armamento Total 1* y después pulse en la herramienta del **Gráfico**.

El *Armamento Total 1* empieza en 50 y luego sube bastante rápidamente a 100 y se queda allí. No hay un aumento continuado.

- Pulsar en **Stop Override (Parar forzado)** . The button is rectangular with a light beige background and a thin black border. It contains the text 'Stop Override' in a bold, black, sans-serif font. To the left of the text is a small blue icon consisting of a square with a cross inside, and a small blue arrow points to the right towards the text.

Los gráficos deben volver a mostrar sólo una línea.

Forzar el comportamiento

La economía en este modelo ejerce una importante influencia para controlar la capacidad de producir armamentos. Si los gastos en armamento se hubieran definido como el gasto indicado multiplicado por el efecto de la capacidad, podríamos simplemente forzar ese efecto y hacerlo siempre uno.

Desgraciadamente, tal definición es difícil de crear porque es importante que el gasto real en armamento nunca exceda la capacidad económica. Para este modelo, la manera apropiada de quitar la influencia en el control de la economía no es hacer algo constante, sino darle a la actividad económica un comportamiento que no se vea influido por el nivel de gasto en armas.

- Pulsar en la *Capacidad Económica 1* con el botón derecho del ratón.
- En el diálogo pulsar en el icono **Exponential Growth (Crecimiento Exponencial)**.
- En **Starting From (Empezar Desde)** colocar 100.
- Poner Growth Rate (el flujo de Crecimiento en %/unidad de tiempo) en 10.

Observar el comportamiento de las diferentes variables. El *Armamento Total 1* crece más, pero todavía en forma de S. De hecho, la *Capacidad Económica 2* baja bastante comparada con la simulación del *strong1* y esto está frenando la capacidad de 2 para producir armamentos. Haga el mismo cambio a la *Capacidad Económica 2* que hizo con la *Capacidad Económica 1*.

- Pulsar en la *Capacidad Económica 2* con el botón derecho del ratón.
- En el diálogo pulsar en el icono **Exponential Growth (Crecimiento Exponencial)**.
- Poner Growth Rate (el flujo de Crecimiento en %/unidad de tiempo) en 10.

Ahora observe el comportamiento. Conseguimos un crecimiento muy rápido en el nivel de armamentos para ambos países. Podemos estar seguros que la capacidad económica no es un factor limitativo porque en ambos países la fracción de capacidad destinada a la producción de armamento es pequeña y disminuye.

- Aumentar el *flujo de fuerza deseada 2* a 2.

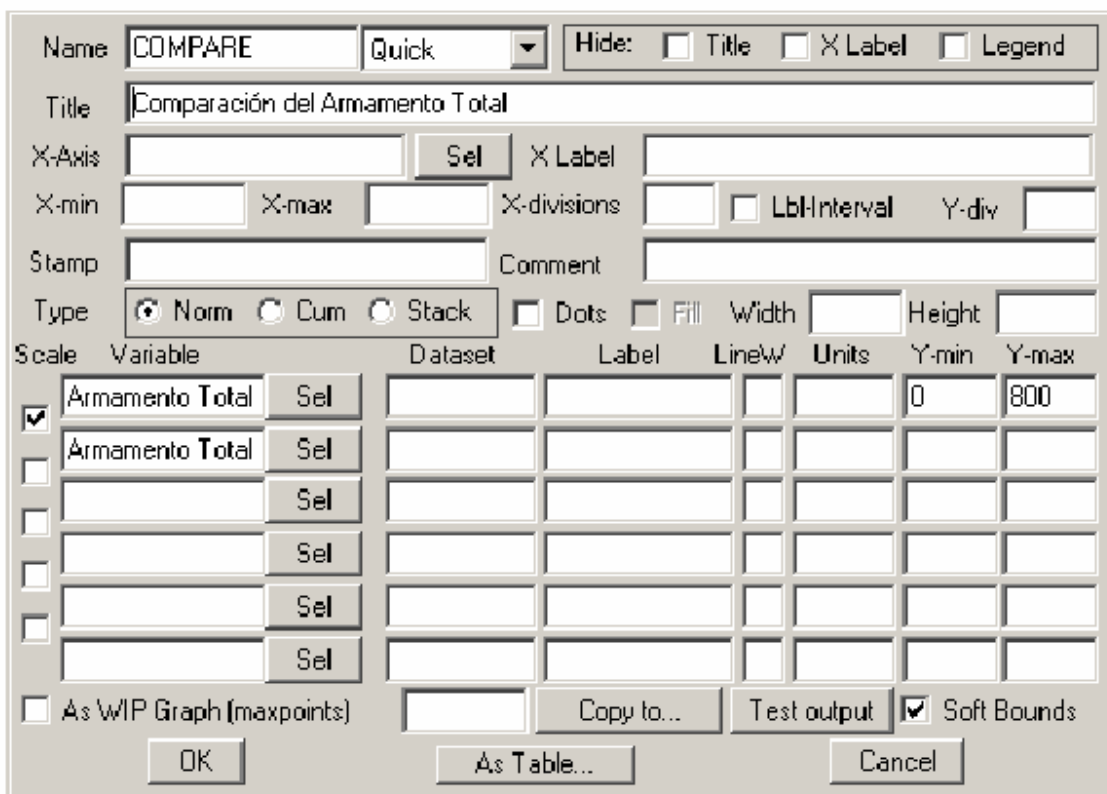
El crecimiento económico está limitado una vez más, aun a 10% / año.

Construir un Panel de control (No PLE)

Además de trabajar con los esquemas en miniatura, SyntheSim permite trabajar con los gráficos y tablas incrustados como Objetos de Entrada y Salida.

- Pulsar en el icono de **Stop Simulación** .
- Pulsar en el icono de **Control Panel** y pulse en el icono **Gráph.**
- Pulsar en el icono **New**.
- En el editor de Gráfico a Medida (Custom Graph) añada el título Comparación del Armamento Total y añada las variables *Armamento Total 1* y *Armamento Total 2*. Para el **Nombre del Gráfico** entre COMPARE.
- Marcar la casilla de la izquierda de los nombres variables. Añada 0 debajo de **-Y-Min** y 800 bajo **Y-Max**, a la derecha en la fila de arriba.

El menú debe aparecer como:

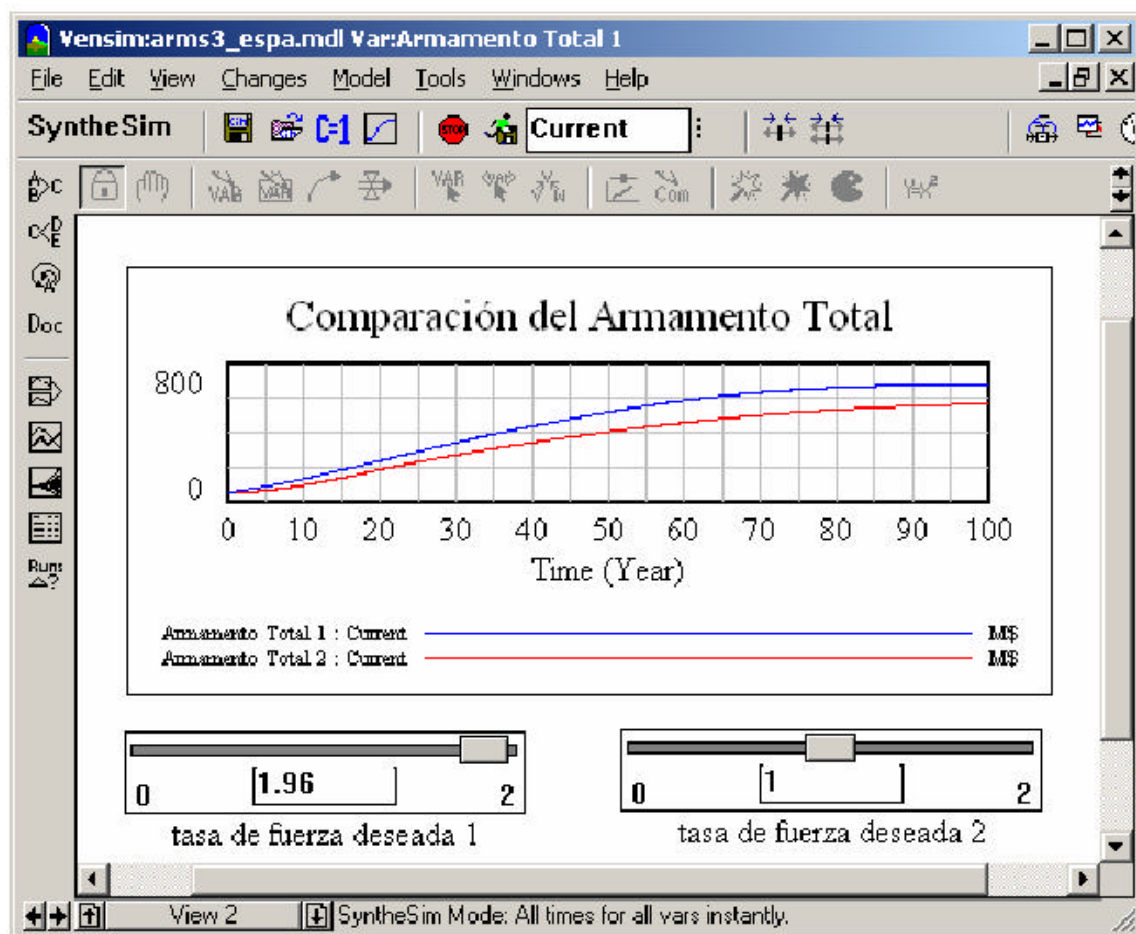


Scale	Variable	Dataset	Label	LineW	Units	Y-min	Y-max
☒	Armamento Total	Sel				0	800
☐	Armamento Total	Sel					
☐		Sel					
☐		Sel					
☐		Sel					
☐		Sel					

- Pulsar en **OK y Close**.
- Seleccionar en el Menú el Ítem **View>New**.

- Pulsar en la herramienta **Input Output**  y después en el centro de la pantalla.
 - En el diálogo pulsar en el icono **Output Custom Graph** (Gráfico de salida a medida).
- Seleccione COMPARE de la lista desplegada en el fondo y pulse en **OK**.
- Hacer el gráfico un poco más grande.
 - Pulsar debajo del gráfico a la izquierda.
 - En el diálogo Objeto Input/Output pulse en el icono **Constant...** (Constante...) y seleccione *tasa de fuerza deseada 1*.
 - Poner el rango de 0 a 2 con incremento de .01 y pulse en **OK**.
 - Pulsar debajo del gráfico a la derecha.
 - En el diálogo de Input/Output pulse en el icono **Constant...** (Constante...) y seleccione la *tasa de fuerza deseada 2*.
 - Ponerr el rango de 0 a 2 con incremento .01 y pulse en **OK**.

Puede hacer los cursores ligeramente más grandes y posicionarlos para que verlos mejor. Vaya al Panel de control, borre todas las simulaciones, después arranque el modo de SyntheSim y mueva los cursores. Debe observar algo similar a:

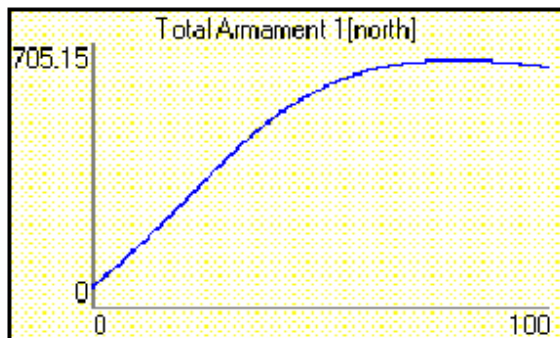


Puede regresar a la pantalla anterior y continuar haciendo los cambios a las constantes del modelo. Cuando vuelva a esta pantalla observará los resultados de esos cambios mostrados en el gráfico.

Los Subíndices y SyntheSim (Sólo en DSS y Professional)

Veamos una breve introducción sobre la interacción de los subíndices y SyntheSim. Mientras está en el modo de SyntheSim, sólo se muestra un gráfico para cada variable y un cursor para cada constante. Vensim determina de cual subíndice mostrar la información, haciendo referencia al diálogo de control de Subíndice. Se muestra la primera combinación de subíndices seleccionada (si no se selecciona nada, se muestra la primera combinación de subíndices).

Puede determinar exactamente qué variable está mostrándose posándose encima della hasta que se muestre:



De manera similar puede determinar qué constante está cambiando posándose encima della y se mostrará:

`[north] = 20 Year`

NOTA Necesita posarse encima del nombre, no sobre el cursor para conseguir que se muestren los mensajes.

También puede restablecer un cursor para referirse a un subíndice diferente pulsando en las asas del cursor:

El diálogo de configuración de opciones de control de cursor para 'time to correct armament 1[north]' muestra los siguientes campos:

- Value to use for simulation: 5
- set subscript: [north]
- Slider Settings: Min 1, Max 20, Increment 1
- ☐ Make slider changes permanent (modify model)
- Botones: OK, Cancel

Simplemente fije un subíndice diferente. Su cambio permanecerá en vigencia hasta que cambie la selección desde el Control de Subíndice o cambie de pantallas.

14 Reality Check ®

Se construyen modelos para solucionar problemas. Una vez contruídos, existen varias pruebas que se pueden hacer para confrontarlos con la realidad. Las pruebas deben ser explícitas y tomar la forma de exámenes de comportamiento del modelo, o de partes del modelo, bajo diferentes suposiciones, o pueden ser simulaciones mentales implícitas y análisis basados en el entendimiento de los modelos y del proceso de modelado. En ambos casos estas pruebas son muy importantes para asegurarse de que el modelo que se desarrolló puede representar adecuadamente los problemas a los que es aplicado.

Los Reality Check dan una vía directa para plantear pautas que se piensa deben ser verdaderas acerca del modelo para ser útil, y las herramientas para verificar automáticamente la conformidad del modelo a esas pautas. Reality Check es una nueva tecnología que se agrega para validar y defender los modelos que se construyen. Puede focalizar las discusiones a partir de ciertas suposiciones hechas en los modelos hacia convicciones más sólidamente fundadas acerca de la naturaleza de la realidad.

Este capítulo:

- Introduce el concepto de un Reality Check.
- Muestra como crear Constraints (Restricciones) y Test Inputs (Entradas de prueba)
- Muestra como controlar la coherencia de un modelo con las ecuaciones de Reality Check.
- Muestra como construir un modelo usando Reality Check.

Copyright © 1998-2007 Ventana Systems, Inc. Traducido al español con autorización Copyright de la traducción (c) 2007 Juan Martin Garcia Causal Tracing, Reality Check, Vensim and Ventana son marcas registradas de Ventana Systems, Inc.
--

Los modelos y la realidad

Los modelos son representaciones de la realidad, o bien percepciones personales de la realidad. Para validar la utilidad de un modelo, es importante determinar si las cosas que se observan en la realidad también se mantienen verdaderas en el modelo. Esta validación se puede hacer usando métodos formales o informales para comparar las mediciones y los comportamientos del modelo. La comparación se puede hacer observando series temporales de datos, observando si las condiciones corresponden a descripciones cualitativas, controlando la sensibilidad de las suposiciones en el modelo, y desarrollando explicaciones correctas para los comportamientos generados por el modelo y los patrones de comportamiento.

Otro importante componente en la validación de un modelo es la consideración detallada de los supuestos acerca de la estructura. Los usuarios no requerirán información que no está disponible para tomar decisiones. Es necesario reforzar las relaciones causales. Los materiales se deben conservar.

Entre los detalles de la estructura y la abrumadora riqueza de comportamiento, hay muchas cosas que se pueden decir acerca de un modelo y que raramente lo influyen. Si se tuviera que completar la frase “Para que un modelo o submodelo sea correcto cuando_____debería_____”, se vería que hay muchas cosas que se pueden hacer a un modelo para encontrar problemas y desarrollar confianza en él.

En la mayoría de los casos, algunas de las condiciones para que un modelo sea correcto son tan importantes que se las verifica. En otros casos, las condiciones no se expresan acerca del modelo completo sino acerca de un pequeño componente del modelo, o una ecuación. En tales casos, como constructor de modelos, se puede diseñar sobre las experiencias propias y el trabajo de otros relacionado al comportamiento de estructuras genéricas y formulaciones específicas.

Sin embargo, la mayoría de las condiciones que necesitan cumplirse para que un modelo sea correcto nunca se verifican. Usando las técnicas tradicionales de modelado, los procedimientos de verificación requieren separar partes del modelo, ejecutarlos con diferentes entradas, cambiar la estructura básica en ubicaciones preseleccionadas, hacer muchas de simulaciones, y revisar los resultados. Aún cuando se haga esto, se efectúa a menudo sobre una versión del modelo que posteriormente es revisada, sin verificar el efecto de las revisiones.

Las ecuaciones de Reality Check proporcionan un lenguaje para indicar lo que es necesario que se cumpla para que un modelo sea correcto, y las herramientas para verificar automáticamente la conformidad con tales requerimientos. Las especificaciones que se hacen a un modelo no están atadas al modelo. Están separadas de las ecuaciones normales del modelo y no interfieren con su funcionamiento normal. Presionando un botón es posible ver en que puntos un modelo viola o no las restricciones que impone la realidad.

El dominio de la experiencia

Aunque las ecuaciones de Reality Check en Vensim se escriben como una extensión del lenguaje de modelado, las herramientas y la experiencia requeridas para escribir ecuaciones de Reality Check son diferentes que las requeridas para escribir el modelo. Las ecuaciones de Reality Check son afirmaciones acerca de la naturaleza del comportamiento en la realidad. No requieren la creación de una estructura capaz de generar un comportamiento particular. Las ecuaciones de Reality Check crean condiciones de comportamiento y luego verifican si la estructura del modelo ofrece una respuesta de comportamiento apropiada.

Debido a que las ecuaciones de Reality Check se formulan en un entorno de comportamientos, las personas más apropiadas para formularlas son aquellas que mayor conocimiento tienen del comportamiento, en general, expertos en el tema en estudio. Por este motivo, las ecuaciones de Reality Check permiten mucho más que encontrar errores sintácticos en el modelo. Las ecuaciones de Reality Check permiten al usuario de un modelo tener confianza en la calidad de los resultados que obtiene.

Definir las ecuaciones de Reality Check

Las ecuaciones de Reality Check se escriben de la misma manera que las ecuaciones en Vensim. Se pueden usar las herramientas de esquema (Sketch Tool) para definir entradas a las ecuaciones de Reality Check, o simplemente escribir las ecuaciones directamente en el Editor de Ecuaciones o en el editor de Texto. Estructuralmente las ecuaciones de Reality Check no son entradas a ninguna ecuación del modelo, pero usan variables del modelo en sus definiciones. Cuando se efectúa un ejercicio de Reality Check, pueden cambiar el valor de las variables del modelo tanto como las ecuaciones usadas para computarlas. Sin embargo, se enfatiza que las ecuaciones de Reality Check no son proposiciones acerca de la estructura causal sino acerca del comportamiento-“Si pasa esto, entonces debe ocurrir esto”-.

Las convenciones acerca de nombres apropiados para ecuaciones Reality Check son diferentes de aquellas para variables de modelo. Las variables de modelo deberían tener nombres con significado más o menos obvio – *Mano de obra, productividad, capacidad, determinación, propensión al ahorro* y similares. Por otra parte, las ecuaciones de Reality Check deberían ser frases que describen la naturaleza de la verificación – *sin trabajadores no hay producción, lluvia implica inundación*. La mejor guía para definir nombres en Reality Check es pensar en ellas como verdaderas o falsas, y nombrar el Reality Check con la proposición que debería verificarse cuando resulta verdadera.

Hay dos tipos de ecuaciones que pueden ser definidas en Vensim para hacer uso de las funciones de Reality Check: **Constraints (Restricciones)** y **Test Inputs (Entradas de prueba)**. Las Restricciones hacen proposiciones acerca de las consecuencias que podrían resultar de un determinado conjunto de condiciones. Se llaman así porque especifican la manera en que las Entradas de Prueba podrían restringir el comportamiento. La violación de una Restricción indica un problema en el modelo. Las Entradas de Prueba son una manera de especificar condiciones o circunstancias bajo las cuales surgen las Restricciones. Dado que las Entradas de Prueba pueden ser usadas con las Restricciones, se describen primero.

Test Inputs

Los Tests Inputs permiten definir condiciones alternativas cambiando las ecuaciones para una variable en el modelo. Su forma básica es:

nombre :TEST INPUT: *variable* = *expresión*

Donde *nombre* es el nombre de un Test Input. Lo que aparece a la izquierda de un :TEST INPUT: es exactamente el mismo formato de ecuación que normalmente se usa para definir una variable auxiliar y sólo puede contener variables del modelo. La ecuación que escribe está también restringida porque no se pueden usar funciones dinámicas (tal como SMOOTH), funciones de definición (como ACTIVE INITIAL) ni usar Macros. Si se necesitara este tipo de funcionalidad, se pueden crear variables extras en el modelo para usar en Test Inputs.

Los Test Inputs solo se pueden usar en la parte condicional de las ecuaciones de Restricción. La razón más importante para definir Test Inputs es dar un nombre a la experiencia que se está desarrollando. Esto se puede hacer más fácilmente leyendo la Restricción. Si no se definen Test Inputs, se pueden definir Constraints usando la parte *variable* = *expresión* de la ecuación de Test Input. Se aplican los mismos formatos de restricción de las ecuaciones.

Test Inputs dinámicos

Adicionalmente a una expresión alternativa para un Test Input, es a menudo deseable forzar un cambio en una variable después de un período de tiempo de simulación. Por ejemplo, se puede desear que la producción caiga en forma de rampa a 0 en el lapso de 10 a 12, pero antes del tiempo 10 dejar la producción tal como era anteriormente. Este tipo de cambio es usual para escribir Reality Checks completos para el estudio de la respuesta del modelo a Test Inputs de interés.

Para crear Test Inputs con un cierto perfil de tiempo hay una serie de funciones que comienzan con **RC** — **RC COMPARE**, **RC DECAY**, **RC GROW**, **RC RAMP** y **RC STEP** (detalles en el Capítulo 4 del Reference Manual). Todas se comportan de una manera similar. Por ejemplo:

TIProduccion a cero :TEST INPUT:

produccion = RC RAMP(produccion,0,2,10)

Este Test Input causará que la **produccion** caiga de su valor a tiempo 10 hasta cero a tiempo 12.

Todas las funciones RC....toman dos argumentos opcionales: un tiempo de comienzo y una duración. Si se omite duración Test Input continúa en estado de cambio hasta el final de la simulación. Si se especifica una duración el Test Input continuará cambiando hasta el tiempo especificado, y luego la variable revierte hasta su valor normalmente computado.

Si el tiempo de comienzo (10 en el presente ejemplo) se omite, y el modelo contiene la constante RC START TIME, el cambio comienza a este tiempo específico. Si RC START TIME no está en el modelo, el cambio empezará a INITIAL TIME + TIME STEP. Usando RC START TIME de esta forma es conveniente porque permite cambiar globalmente el tiempo al cual los cambios producen efecto y permite eliminar argumentos adicionales en las funciones RC. Tener Test Inputs que comienzan durante la simulación es útil porque previene la interferencia entre el comportamiento del modelo y su verificación, y permite ejecutar simulaciones de prueba con valores relativos diferentes para las variables.

Constraints (Restricciones)

Las Constraints toman la forma:

nombre :*THE CONDITION*: condición :*IMPLIES*: consecuencia

:*THE CONDITION*: y :*IMPLIES*: son palabras clave especiales en Vensim. *Condicion* y *consecuencia* son expresiones lógicas que se describen abajo. El nombre de una Constraint debe usar letras y números tal como otras variables en Vensim. Las Constraints no necesitan unidades de medida, aunque si se está usando el Editor de Texto se debe poner el símbolo ~ como un separador. Se pueden adicionar comentarios a las Constraints tal como se hace con otras variables en Vensim.

Expresiones lógicas

Las Constraints usan una condición y una consecuencia que son definidas como expresiones lógicas. Un ejemplo de esto podría ser:

sin capital no hay producción :*THE CONDITION*: *Capital = 0*
:*IMPLIES*: *producción = 0*

Cuando se prueban las ecuaciones de Reality Check, Vensim fuerza una condición a ser cierta aunque el modelo genere valores que sugieren que podría o no ser cierta, y controla la veracidad de la consecuencia. Si la condición es cierta, pero la consecuencia no lo es, Vensim muestra el problema como un error del Reality Check. Vensim también hace verificaciones pasivas, como se describe a continuación. Las expresiones lógicas puede ser más complicadas que la anterior. Se construyen usando comparaciones =, >, <, and <> junto a :OR:, :AND: y :NOT:. Una expresión lógica podría ser:

Población > 8E9 :AND: (disponibilidad de alimentos < .75 :OR:
Polución > polución crítica)

Aquí se comparan varias situaciones, y esta expresión será cierta si Población > 8E9 y también (disponibilidad de alimentos < .75 o Polución > polución crítica, o ambas.

Las expresiones lógicas pueden hacerse difíciles de entender y se recomienda no combinar demasiadas cosas en una condición. En el segmento consecuencias, es a menudo usual tener muchos puntos combinados con :AND: (para verificar varias consecuencias partiendo de una condición simple), pero raramente son útiles estructuras más complicadas.

El segmento correspondiente a la condición de una Constraint está restringido a la comparación de variables con variables y variables con números. La única excepción es

que se puede usar *variable = expresión* ., o un Test Input con nombre como componente de una de las condiciones lógicas. Esto es:

```
pop lt cc :THE CONDITION : Población < Capacidad de carga * 1.1  
:IMPLIES: muertes por sobrepoblación < 1000
```

es errónea porque toma la forma de *variable < expresión*, donde:

```
pop lt cc :THE CONDITION : Población = Capacidad de carga * 1.1  
:IMPLIES: muertes por sobrepoblación < 1000
```

usa *variable = expresión* y es una expresión legítima. Las expresiones incluidas directamente en las condiciones de Constraint en esta forma pueden usar TIME TRANSITION y deben ajustarse a las reglas para formar Test Inputs.

Los Test Inputs se deben usar como condición de una Constraint, como en:

```
pop lt cc :THE CONDITION : pop at cc plus 10  
  
:IMPLIES: muertes por sobrepoblación < 1000
```

Donde *pop at cc plus 10* es un Test Input. Observar que los Test Inputs son tratados como variables lógicas que toma un valor de verdad si están activos, o falso si no lo están. Todos los componentes de una Constraint están limitados a usar funciones simoles (MIN, MAX, SUM, etc). Para otras funciones, no hay restricciones en las expresiones lógicas del segmento consecuencias de la definición de una Constraint.

No es usual verificar igualdad en las consecuencias porque las pruebas de igualdad son muy propensas a fallar aún cuando no hay nada erróneo en el modelo. Esto es debido a que conceptos equivalentes por definición, pero computados de diferentes maneras, suelen ser levemente diferentes en valor numérico, lo cual será evidenciado durante un test de igualdad.

Pruebas Dinámicas en las Consecuencias

Las ecuaciones Reality Check que tienen Test Inputs con funciones del tipo RC...normalmente usan una función RC....CHECK en el segmento consecuencia. Las funciones RC...CHECK trabajan de una manera análoga a las funciones RC...de los Test Inputs. Mientras que los Test Inputs cambian el valor de una variable, el segmento consecuencia de una Constraint hace una comparación del valor de la variable. Las funciones RC....CHECK toman un argumento más que la correspondiente función RC.... Este argumento es el período de gracia y permite un retraso después que se produce el Test Input y antes de que las consecuencias sean verificadas. Por ejemplo:

```
TI Producción a cero :TEST INPUT: producción =
```

RC STEP(production,0)

RC Sin producción no hay despachos :THE CONDITION: TI Producción a cero :IMPLIES: ventas <= RC RAMP CHECK(.5, ventas,.0001)

El Test Input hace que *producción* caiga a cero a RC START TIME. Después de un período de gracia de 0.5 se verifica si las *ventas* son iguales o menores a 0.0001 por el valor que tenían a RC START TIME. El uso de 0.0001 en lugar de 0 previene violaciones que podrían ocurrir con formulaciones continuas y es una buena práctica.

El período de gracia es el primer argumento de todas las RC....CHECK excepto para RC COMPARE CHECK, el cual toma primero el nombre literal de un archivo.

:CROSSING:

En el segmento de las consecuencias de un Reality Check se puede usar :CROSSING: y :AT LEAST ONCE: con > y < para buscar relaciones del tipo “por arriba/debajo, como en:

... :IMPLIES:

Inventario > :CROSSING: RC STEP CHECK(0,*Inventario*,1)

Esto verificará que a RC START TIME, *Inventario* es primero mayor que su valor de base y luego se hace menor y permanece menor. Si hubiera dos :CROSSING: en una línea como en:

Inventario > :CROSSING: :CROSSING: RC STEP CHECK(0,*Inventario*,1)

Inventario necesita comenzar mayor, luego se hace menor, luego vuelve a hacerse mayor y permanece así.

Si se usa más de un :CROSSING:, se puede finalizar la secuencia con :IGNORE: para indicar que una vez realizado el número requerido de cruzamientos, no preocupa si se producen nuevos cruces. Por ejemplo:

Inventario > :CROSSING: :IGNORE: RC STEP CHECK(0,*Inventario*,1)

Esto dice que *Inventario* necesita comenzar mayor, luego hacerse menor, luego no importa lo que ocurra.

:AT LEAST ONCE:

Análogo a :CROSSING:, la palabra clave :AT LEAST ONCE: simplemente requiere que una condición sea verdad una vez después de RC START TIME. Por ejemplo:

Inventario > :AT LEAST ONCE: RC STEP CHECK(0,*Inventario*,1)

dice que *Inventario* debe exceder su valor a RC START TIME por lo menos una vez durante el resto de la simulación. Debería estar siempre por encima, o cruzar de abajo a arriba. Si el valor esta por encima al menos una vez, este puede cruzar nuevamente abajo y la condición permanecerá verdadera.

Condiciones vacías (Empty Conditions)

La parte condicional de una Constraint puede estar vacía, como en:

débito limitado :THE CONDITION: :IMPLIES: *débito* < 4E6

Esta ecuación establece que, sin importar lo que ocurra nunca habrá un débito mayor a cuatro millones. Observar que Vensim no trata de verificar todas las condiciones posibles del modelo si encuentra una condición vacía. Las Constraints con condiciones vacías se verifican pasivamente para cualquier período en el que se esté usando la función Reality Chef, y detectará un débito alto. Para el ejemplo simple que se muestra aquí, usando 4 E6 como el valor máximo que el débito debería tomar en su ecuación también resultará en un mensaje cuando el débito excede 4 E6 en la medida en que las advertencias no estén suprimidas. La Condición Vacía puede ser usada para evaluar expresiones mucho más generales.

Wildcard Tests (comodines) en las Consecuencias

Además de verificar una variable, se puede verificar todas las variables para ver si satisfacen una condición. Para hacer esto usar un * en lugar del nombre de una variable. Por ejemplo se puede escribir la restricción:

Todo tranquilo :THE CONDITION: FINAL TIME=101 :IMPLIES:

* < 1E9 :AND: * >= -1E3

Lo cual verificará que todas las variables están en el rango -1000 a 1000 000 000. La condición FINAL TIME = 101, que simplemente ejecuta la simulación un año extra, se usa en lugar de la Condición Vacía porque esta es una verificación que consume tiempo y las Constraints con condiciones vacías se verifican pasivamente cada vez que se ejecuta cualquier Reality Check.

Simulación y Reality Check

Antes de comentar la mecánica de ejecutar ecuaciones de Reality Check, es usual describir muy brevemente que ocurre dentro del modelo. Las ecuaciones de Reality Check involucran una intervención sistemática en la estructura básica del modelo. Son cualitativamente diferentes de los análisis de sensibilidad en que estos no son vías de influencia bien definidas. Los Test Inputs y las Constraints pueden generar la necesidad de hacer cambios en casi cualquier punto de un modelo.

A efectos de cumplir los cambios indicados en la ejecución de las ecuaciones de Reality Check, Vensim reestructura el modelo, agregando ecuaciones y modificando la secuencia en que las ecuaciones se computan. Después de completar las ecuaciones de Reality Check, Vensim retorna el modelo a su estructura original. Esto significa que efectuar el seguimiento causal (causal tracing) en una simulación hecha con uno o más Test Inputs activos puede dar resultados sorprendentes y aparentemente incorrectos.

En algunos casos, la reestructuración y reordenamiento pueden dejar al modelo “deformado”. El más común de los problemas es que el modelo podría contener ecuaciones simultáneas y por lo tanto, no se pueda simular. Si este es el caso, Vensim mostrará el problema y no completará la simulación. Debido a la naturaleza vinculada al comportamiento de las ecuaciones Reality Check, la existencia de ecuaciones simultáneas no representa necesariamente un problema conceptual, pero impide la simulación. De ser posible, se deben reformular los Test Inputs que causan problemas para evitar ecuaciones simultáneas.

NOTA: las ecuaciones de Reality Check se ejecutan siempre usando simulaciones interpretadas, no compiladas. Esto es porque requieren continuas reestructuraciones de las ecuaciones.

Verificaciones Active Constraint

Durante las verificaciones activas con Constraints, Vensim fuerza la parte condicional de una Constraint a ser verdadera, cambiando los valores de las variables o la estructura del modelo cuando sea necesario.

- Si la condición es una igualdad o un Test Input, Vensim agrega la ecuación a la ecuación existente en el modelo (recordar que la ecuación debe referenciarse al valor originalmente computado para la variable). El nuevo valor de la variable se utiliza entonces cada vez que esta se usa.
- Si la condición usa una desigualdad, Vensim primero verifica para ver si la desigualdad es verdadera.
- Si es verdadera, el valor de la variable no cambia.
- Si no es verdadera, Vensim la hace verdadera asignando el valor tal como si fuera una condición de igualdad.

Dado que forzó las condiciones para que fueran verdad, Vensim verifica si las consecuencias también son verdaderas.

Verificaciones Passive Constraint

Si efectúa la verificación pasiva de una Constraint, Vensim simplemente evalúa ambas mitades de la ecuación Constraint como si fueran una expresión lógica. Si la consecuencia es falsa mientras la condición es verdadera, muestra un error. Siempre que se ejecute un Reality Check, Vensim verifica la conformidad pasiva de todas las Constraints que no son explícitamente activas . Esta verificación no se hace durante las simulaciones normales.

Informe de errores

La violación de Constraints se muestran de la misma manera que cuando se excede una tabla Lookup. La primera vez que se viola una Constraint se muestra un error. Luego se envía un mensaje cuando la Constraint no es más violada, indicando un retorno a la conformidad. Se muestra la siguiente violación, y así siguiendo.

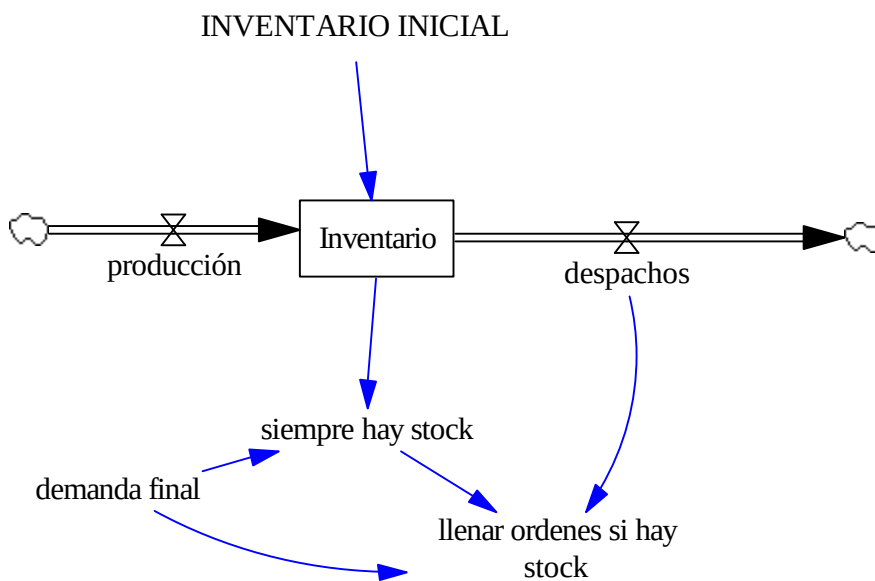
Escribiendo las ecuaciones de Reality Check

Las ecuaciones de Reality Check se escriben de la misma manera que una ecuación en un modelo normal. En el Editor de Texto simplemente se escriben. En el Editor de Esquema, se pueden ingresar en diagramas mostrando todos los elementos a ser verificados como causas de los Test Inputs y Constraints. Los Test Inputs y Constraints no son parte de la estructura causal del modelo. Además, el lado derecho de las ecuaciones en Test Inputs no se muestran como causas de la variable del Test Input. Así la ecuación:

Inventario = *INTEG*(*producción*-*despachos* , *INVENTARIO_INICIAL*) ~|

siempre hay stock :*TEST INPUT*: *Inventario* = 3**demanda final* ~|
llenar ordenes si hay stock :*THE CONDITION*: *siempre hay stock*
:*IMPLIES*: *despachos* >= *demanda final* ~|

aparecerá en el diagrama como:



Es común que se desee mantener las ecuaciones y la estructura causal usadas en la definición de Reality Check separadas de las ecuaciones normales del modelo. Una vía conveniente para hacerlo es ponerlas en grupos separadas e incluirlas en vistas separadas.

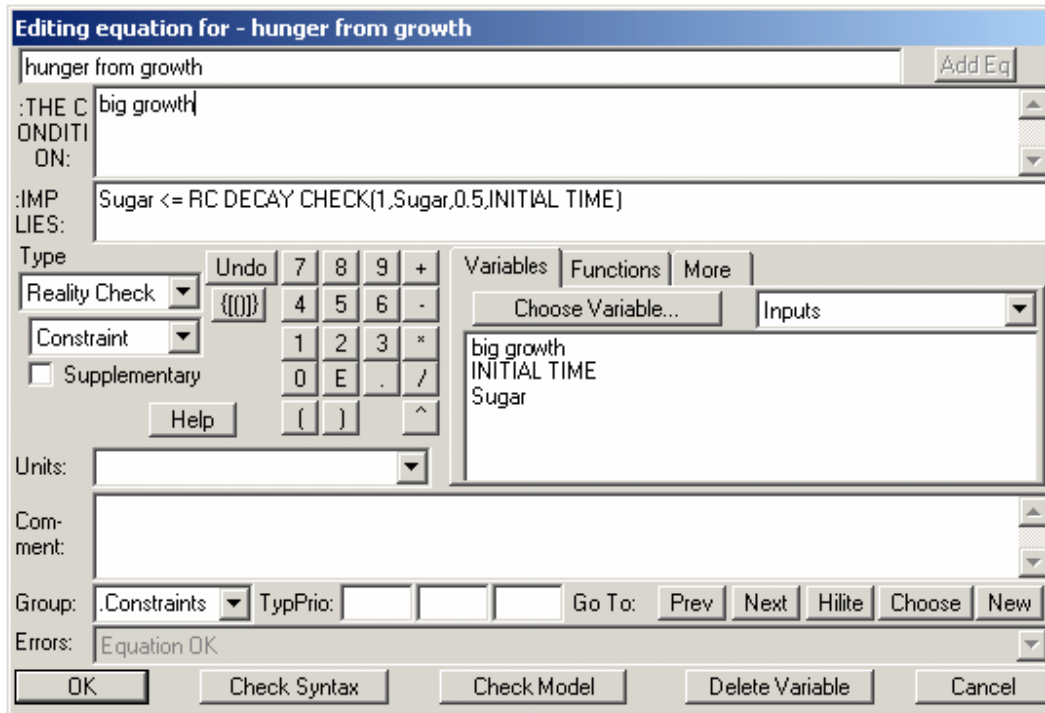
En el diagrama la mezcla de diferentes tipos de nombres puede ser confusa. Cuando se buscan flechas entrando a *llenar ordenes si hay stock* , no es qué causas determinan *llenar ordenes si hay stock*, sino qué necesitamos saber para determinar si es verdad.

Dada la dificultad para entender los diagramas que sólo muestran las relaciones causales y los flujos, se desea omitir esta complejidad adicional al diagrama de trabajo. Es probablemente más fácil colocar las ecuaciones de Reality Check en vistas separadas así no se las confunde con la estructura del modelo.

También puede ser muy conveniente adoptar una convención para nombrar las proposiciones de Reality Check. Por ejemplo se puede empezar todos los Test Inputs con TI y todas las Constraints con RC.

Editor de ecuaciones

Se escriben las ecuaciones de Reality Check igual que las otras ecuaciones. Así, se crea una variable, se abre el Editor de Ecuaciones, se selecciona el tipo Reality Check y el Subtipo Constraint o Test Input y se escribe la ecuación.



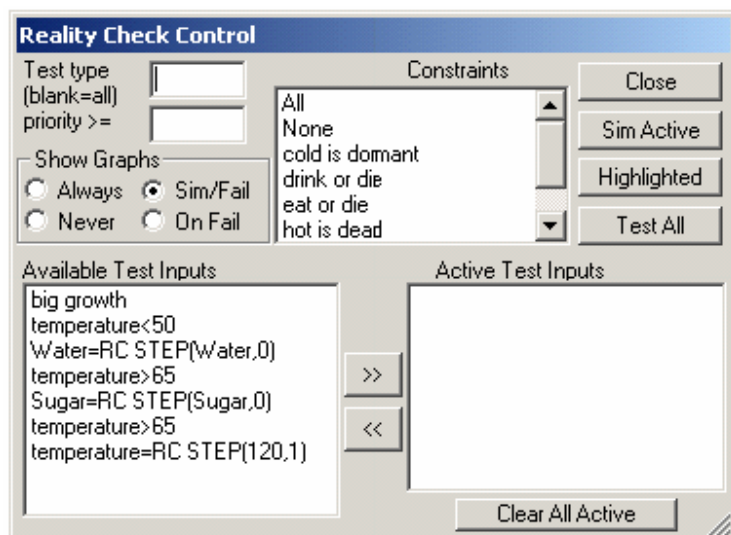
Cuando se selecciona el tipo Reality Check, se verá que la etiqueta Range cambia a TypPrio (este aparece cerca del fondo, justo a la derecha de Group). Este es un mecanismo para filtrar las proposiciones Reality Check en el diálogo Reality Check Control y será discutido a continuación. Se puede entrar un número tanto para Type como Priority. Los valores que puede tomar Priority son arbitrarios, pero 1-10 son prioridades comunes. Type debería tomar un valor entero entre 0 y 64. Estos parámetros no están disponibles en PLE o PLE Plus.

Ejecutar Reality Check

La aplicación Reality Check se ejecuta estableciendo primero una simulación y luego verificando las ecuaciones de Reality Check que fueron ingresadas.

Se puede comenzar un Reality Check desde la barra de Tareas o desde el diálogo Simulation Control (ver Capítulo 8 del Referente Manual para mayores detalles). Se pueden hacer cambios y ajustar otras opciones del mismo modo que se hace en una simulación normal. Después de haberlo hecho pulsar en **Reality Check**  en el diálogo Simulation Control o en el botón **Reality Check** de la barra de Tareas.

NOTA: Cualquier cambio que se haya efectuado a los valores constants o datos a ser usados previo a comenzar un Reality Check se mantendrá a través de toda la sesión. Cuando se comienza un Reality Check, aparece el diálogo de Control:



Test type (no en PLE o PLE Plus) permite especificar que tipo de Reality Check se desea ejecutar. Si está en blanco se verifican todos los tipos. El tipo de Reality Check se indica en el campo **TypPrio** del Editor de Ecuaciones. En Text Editor Type, **Priority** se encierra entre corchetes [] en el campo (~[type,priority]). Este campo sólo es aplicable cuando se usa el botón **Test All** para comenzar.

Priority >= (no en PLE o PLE Plus) restringirá la verificación a aquellas Constantes cuya prioridad es mayor o igual a la especificada. Este campo sólo es aplicable cuando se usa el botón **Test All** para comenzar.

NOTA: Si las **Constraints** no tienen una prioridad especificada, son tratadas con la máxima prioridad. Si no tienen un tipo especificado, se equiparan a todos los tipos. Para mostrar un gráfico de una variable que está siendo verificada en el segmento Consecuencias contra el comportamiento que esa variable debe cumplirr, se usa **Show**

Graphs. Esto se hace usando una selección especial en **Graph Tool** y puede ser de mucha ayuda para entender la manera en que ocurrió una falla.

- **Always**, si está tildada, genera un gráfico para cada Constraint verificada.
- **Never**, si está tildada, suprime la salida de un gráfico.
- **Sim/Fail**, si está tildada, produce la aparición de un gráfico siempre que falla una Reality Check , y también cuando se hace una simulación simple usando **Sim Active** o los botones **Highlighted** .
- **On Fail**, si está tildada, hace que el gráfico solo aparezca si Reality Check fallas. Cuando se usa el botón Test All es lo mismo que **Sim/Fail**. Para **Sim Active** y botones **Highlighted** suprime el gráfico a menos que realmente se produzca una falla.

Constraints es una lista de las Constraints que fueron ingresadas. Pulsando en una de ellas resaltara los correspondientes Test Inputs. Se puede entonces activar uno o más de estos Test Inputs.

Test Inputs es una lista de los Test Inputs en los modelos. Esta lista incluye todo lo que se ha definido explícitamente como Test Input, y todas las comparaciones en las expresiones lógicas que constituyen los componentes condicionales de las ecuaciones Constraint . Las comparaciones se muestran directamente y no es necesario dar un nombre.

>> mueve los items resaltados en la lista de Test Inputs a la lista Active Test Inputs .

<< borra los items resaltados en la lista Active Test Inputs .

Pulsar en un elemento de la lista lo resalta. Control-pulsar cambia el estado agregando o borrando la selección de elementos resaltados. Pulsar dos veces mueve el elemento a la lista Test Inputs .

Active Test Inputs muestra una lista de los Test Inputs, explícitos e implícitos, que están activos. Se usan si se pulsa el botón Simulate . Pulsar en un elemento lo resalta, y desmarca cualquier otra cosa resaltada. Control-pulsar cambia el estado de un elemento resaltado. Pulsar dos veces borra un elemento de la lista.

Clear All Active borra todos los elementos de la lista Active Test Inputs.

Sim Active simula el modelo usando los Test Inputs activos en la lista. Todas las otras Constraints se verifican pasivamente. Si la simulación se completa bien, los resultados son almacenados como una simulación normal, y pueden ser revisados con las herramientas de trabajo. Se debe ser cuidadoso en observar que el seguimiento de causas no siempre da los resultados esperados dado que la estructura del modelo ha sido modificada durante la simulación.

Highlighted simula el modelo usando el elemento que esta resaltado en la lista de Constraint . Debido a la estructura lógica de la parte condicional de una Constraint, esta realmente requiere más que una simulación. La simulación será almacenada igual que la simulación normal.

Test All verifica todas las Constraints en el modelo a un tiempo formando la colección de Test Inputs necesaria para activar cada Constraint. Debido a la estructura lógica de la parte condicional de una ecuación Constraint, puede tomar más de una simulación verificar una Constraint. Esta verificación puede consumir tiempo; los errores se muestran en una ventana separada. Ejecutar **Test All** no almacena ninguna simulación, simplemente muestra los resultados de Reality Check.

Close cierra el diálogo Reality Check Control.

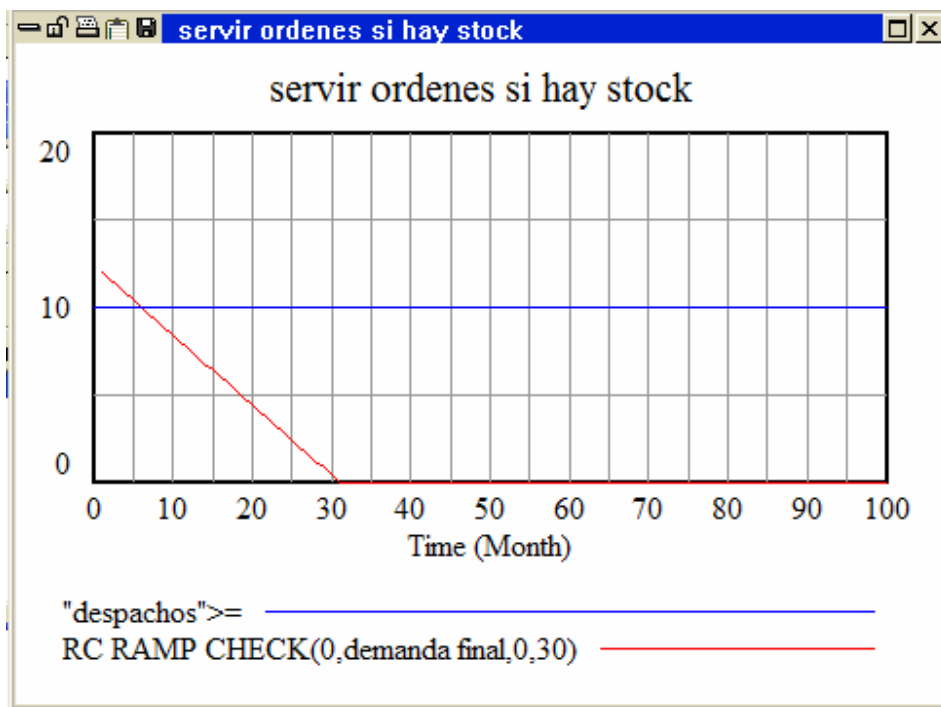
La herramienta Reality Check

Se puede agregar la herramienta Reality Check al conjunto de herramientas de Análisis, (no aplica en PLE o PLE Plus). Esta herramienta es un atajo para comentar Reality Check, resaltando una Constraint y pulsando en **Highlighted**. La herramienta trabaja en la Constraint que está seleccionada dentro del esquema de Trabajo. Si la variable de trabajo no es una Constraint se muestra un mensaje de error.

Resultados de un Reality Check

Los resultados de un Reality Check se muestran en una ventana de texto. La ventana muestra que Constraints fueron verificadas y si alguna Constraint fue violada. Se abre una nueva ventana cada vez que se pulsa en **Sim Active**, **Highlighted** o **Test All**. A continuación se dan ejemplos.

Aparecen uno o más gráficos. Estos gráficos tienen por objeto mostrar el segmento de consecuencias de una Constraint:



Aquí la línea azul muestra lo que hace *despachos*, mientras la línea roja muestra a que está siendo comparado.

Repasar los resultados de una Simulation

Cada vez que se pulsa en **Sim Active** o **Highlighted** se efectúa una nueva simulación. Esta simulación recibe el nombre especificada en el recuadro Runname (en la barra de Herramientas o en el diálogo Simulation Control). Se puede, mientras está abierto el Control de Reality Check, mirar los resultados de una simulación tal como se haría con cualquier otra simulación. Se puede entonces hacer otra simulación y revisar estos resultados. Si se desea comparar dos simulaciones Reality Check, se puede cerrar el Reality Check control y luego comenzar de nuevo poniendo un nombre diferente en el recuadro **Runname**.

NOTA: Si se cambian las constantes en el diálogo Simulation Control o en la pantalla usando Set Up a Simulation de la barra de tareas, esos cambios se conservarán durante la sesión de Reality Check.

Reality Check y el crecimiento de las levaduras

Para demostrar los mecanismos para escribir y usar las ecuaciones de Reality Check, es útil hacerlo a través de un ejemplo muy simple. Se desea modelar el crecimiento de levadura en un recipiente con agua. El agua se mantiene a temperatura constante que se puede fijar, y tiene una cantidad fija de azúcar al comienzo.

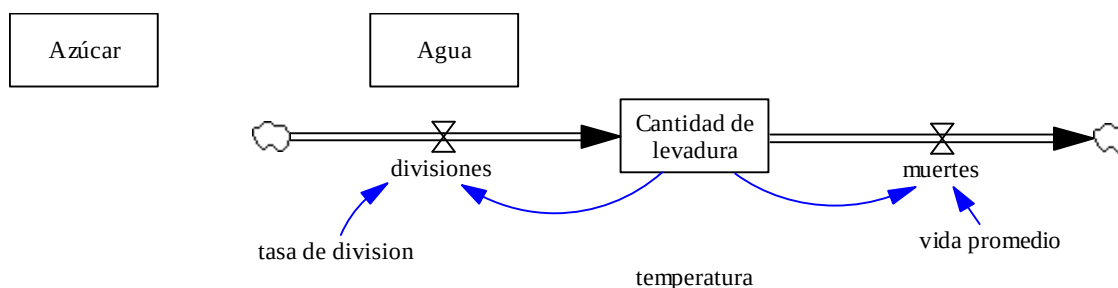
Primero se listará algunas de las ecuaciones de Reality Check que se deben cumplir:

- Si la temperatura baja de 50 grados, el crecimiento de levadura debería detenerse, y la levadura queda latente.
- Si la temperatura supera los 100 grados la levadura muere.
- Si no hay azúcar y las levaduras no están latentes, mueren.
- Si no hay agua y las levaduras no están latentes, mueren.
- Si la levadura continúa creciendo, consumirá todo el azúcar.
- Si la levadura continua creciendo, consumirá todo el agua.

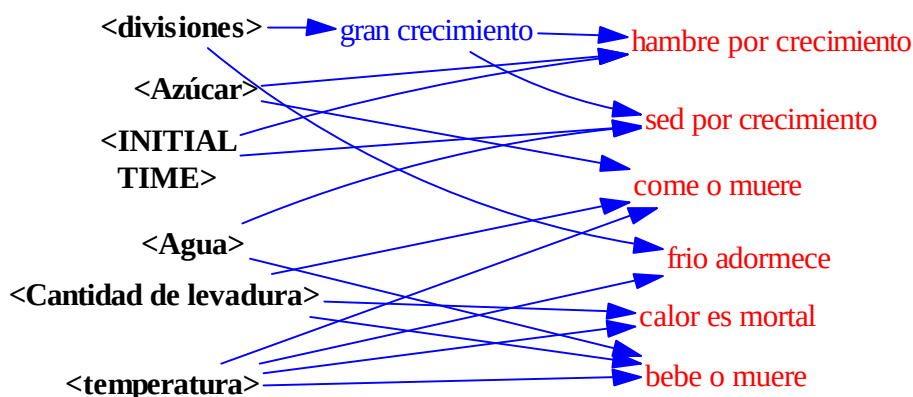
La otra cosa que sabemos es que las levaduras se reproducen por división y cuando las condiciones son adecuadas se pueden reproducir con un tiempo de duplicación de aproximadamente 10 minutos.

Ecuaciones de Test Input y Constraint

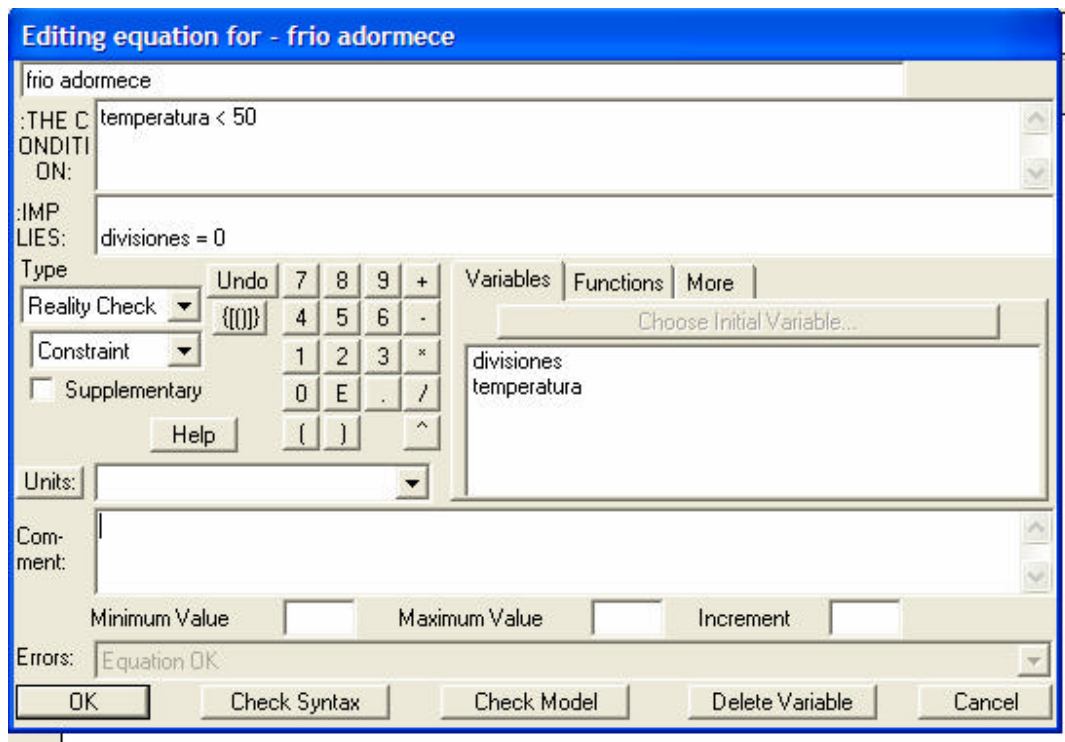
Comenzaremos el proceso de modelado definiendo las variables que necesitamos para efectuar los Reality Check y luego entrando las ecuaciones correspondientes. Las ecuaciones de Reality Check que fueron comentadas hablan acerca de cantidad de levadura, cantidad de agua, cantidad de azúcar, el número de divisiones de la levadura y la temperatura. Identificando los niveles, se ubican en el esquema del modelo de la siguiente manera.



Por claridad, se desea construir las ecuaciones de Reality Check en una segunda vista. Si se está usando Vensim PLE necesitará ubicarlas en la misma vista que la estructura del modelo. La primera etapa es ubicar todos los elementos del modelo como variables **shadow**. El uso de este tipo de variables permite que la estructura del modelo cambie sin requerir modificaciones del diagrama de Reality Check.



No hay reglas fijas para estructurar los diagramas de Reality Check. La experiencia muestra que hacer una columna para las variables normales, Test Inputs y Constraints es la manera más fácil. Puede ser útil un código de colores (por ejemplo azul para Test Inputs y rojo por Constraints). Las flechas pueden quedar un poco desordenadas de esta forma, pero si se organiza la información para Reality Check por las variables que son afectadas, no es normalmente un gran problema. Se pueden ingresar las Constraints y Test Inputs en el Editor de Ecuaciones:



Se necesitará seleccionar **Type Reality Check** y **subtype Constraint**. Las condiciones y consecuencias se dividen en dos ventanas separadas.
Las ecuaciones de Reality Check son:

frio adornece :THE CONDITION: temperatura < 50 :IMPLIES:

divisiones = 0

calor es mortal :THE CONDITION: temperatura = RC STEP(120,1)

:IMPLIES: Cantidad de levadura <= RC DECAY CHECK(1,Cantidad de levadura,2)

Para calor es mortal hemos usado un escalón en la temperatura y luego se uso una función RC DECAY CHECK para verificar la Cantidad de levadura. Para este modelo es adecuada una caída para mirar el comportamiento de Cantidad de levadura puesto que estamos focalizando en la situación de muerte.

come o muere :THE CONDITION: azúcar = RC STEP(azucar,0)

:AND: temperatura > 65 :IMPLIES: Cantidad de levadura <= RC DECAY

CHECK(1,Cantidad de levadura,15)

Aquí la Constraint requiere que la Cantidad de levadura decline hacia cero con un tiempo promedio de muerte de 15.

Bebe o muere :THE CONDITION: Agua = RC STEP(Agua,0)

:AND: temperatura > 65:IMPLIES: Cantidad de levadura <= RC DECAY

CHECK(1,Cantidad de levadura,1)

gran crecimiento :TEST INPUT: divisiones = 1e+022

hambre por crecimiento :THE CONDITION: gran crecimiento :IMPLIES
:azúcar <= RC DECAY CHECK (1,azúcar,0.5,INITIAL TIME)

sed por crecimiento :THE CONDITION: gran crecimiento :IMPLIES:
Agua <= RC DECAY CHECK(1,Agua,0.5,INITIAL TIME)

Notar que para las dos últimas Constraints la función RC DECAY CHECK comienza verificando a INITIAL TIME ya que el Test Input comienza desde el inicio de la simulación. Si el Test Input ha usado una función RC STEP para comenzar durante la simulación, el argumento INITIAL TIME puede obviarse en los dos últimos RC DECAY CHECK .

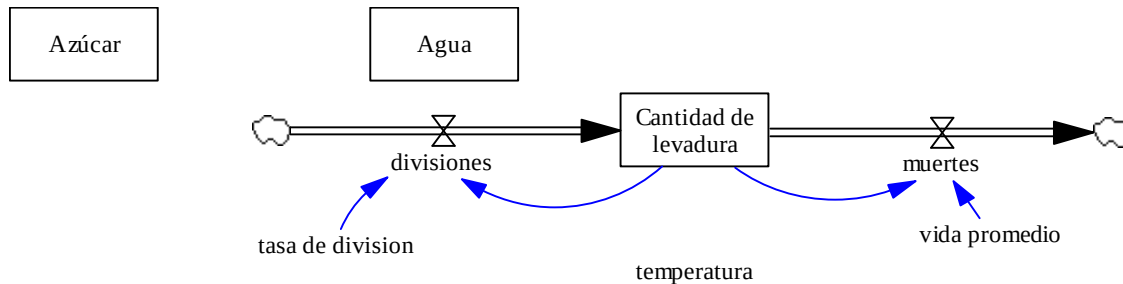
Finalmente se tiene:

RC START TIME = 10

El tiempo es arbitrario. Podría ocurrir que comenzando temprano hubiera unas pocas levaduras y cantidades de azúcar, mientras que empezando más tarde habría más levaduras y menos azúcar. Cuando un modelo pasa el Reality Check es una buena idea cambiar RC START TIME y re-verificar.

Un modelo inicial

Hay una breve lista de cosas que serán necesarias en el modelo para hacer posible la utilización de las ecuaciones de Reality Check. Contando con una comprensión muy básica del crecimiento exponencial, se puede llenar el esquema ya preparado para construir un modelo. Se comienza con el más simple de los modelos (*levadura1_guia.mdl*)



Agua = 100
Units: ml
La cantidad de agua en el recipiente

Azúcar =100
Units: g
La cantidad de azúcar en el recipiente.

bebe o muere:THE CONDITION:Agua = RC STEP(Agua,0) :AND:
temperatura > 65:IMPLIES: Cantidad de levadura <= RC DECAY CHECK
CHECK(1,Cantidad de levadura,1)
*Units: **undefined***

calor es mortal:THE CONDITION:temperatura = RC
STEP(120,1):IMPLIES: Cantidad de levadura <= RC DECAY CHECK
(1,Cantidad de levadura,2)
*Units: **undefined***

Cantidad de levadura= INTEG (divisiones -muertes, 100)
Units: Celulas
El número de levaduras.

come o muere:THE CONDITION:Azúcar = RC STEP(Azúcar,0) :AND:
temperatura > 65:IMPLIES:Cantidad de levadura
<= RC DECAY CHECK(1,Cantidad de levadura,15)
*Units: **undefined***

*divisiones = Cantidad de levadura*tasa de division*
Units: Celulas/Minuto

FINAL TIME = 300

Units: Minute

frio adormece:THE CONDITION:temperatura < 50:IMPLIES:

divisiones = 0

*Units: **undefined***

gran crecimiento:TEST INPUT:divisiones = 1e+02 2

*Units: **undefined***

hambre por crecimiento:THE CONDITION:

*gran crecimiento:IMPLIES:Azúcar <= RCDECAY CHECK
(1,Azúcar,0.5,INITIAL TIME)*

*Units: **undefined***

INITIAL TIME = 0

Units: Minute

The initial time for the simulation.

Muertes = Cantidad de levadura/vida promedio

Units: Celulas/Minuto

La velocidad de muerte de levaduras.

RC START TIME = 10

Units: Minute

SAVEPER = 1

Units: Minute

La frecuencia a la cual se almacenan los datos de salida.

*sed por crecimiento:THE CONDITION: gran
crecimiento:IMPLIES:Agua <= RC DECAY CHECK(1,Agua,0.5,INITIAL
TIME)*

*Units: **undefined***

tasa de division = 0.08

Units: 1/Minuto

La tasa de division de las levaduras.

Temperature = 85

Units: grados fahrenheit

La temperatura del agua en el recipiente.

TIME STEP = 1

Units: Minute

El intervalo de simulación.

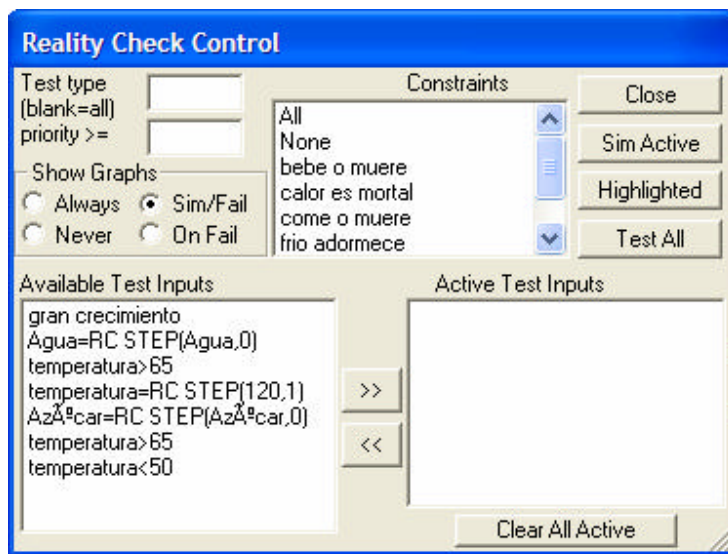
vida promedio = 250

Units: Minuto

El tiempo promedio que una levadura sobrevive.

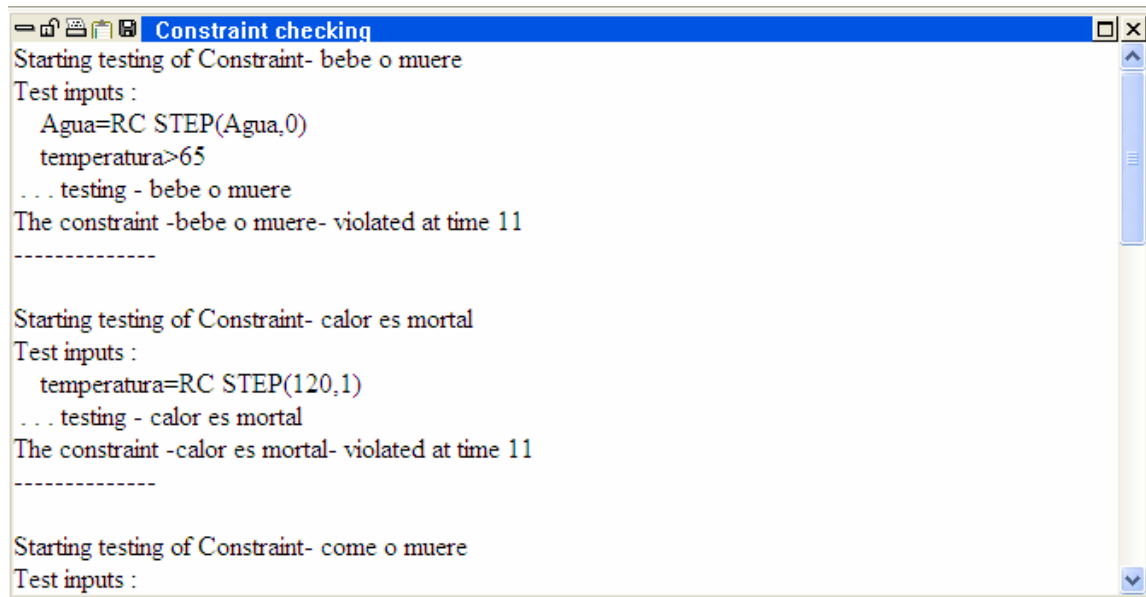
En este modelo no estamos haciendo uso de *Azúcar*, *Agua* o *temperatura*, los cuales se han fijado a constantes utilizando el recuadro descolgable **Type** del editor de ecuaciones.

A continuación, se ejecuta el Reality Check de este modelo. Pulsar en el botón **Reality Check** de la barra de herramientas, o abrir el diálogo Simulation Control y pulsar en el botón **Reality Check**.



En el diálogo de control de Reality Check se ve una lista de Constraints para el modelo. Debajo de ésta está la lista de Test Inputs. Uno, *gran crecimiento*, fue explícitamente nombrado, mientras los otros son simplemente derivados de la parte condicional de las diferentes Constraints.

Pulsando en Test All comienza una serie de simulaciones. Se muestran las siguientes violaciones:



El informe resumido es:

Starting testing of Constraint- frío adormece

Test inputs : temperatura<50

Starting to test the constraint –frío adormece

The constraint –frío adormece- violated at time 0

The constraint –bebe o muere- violated at time 11

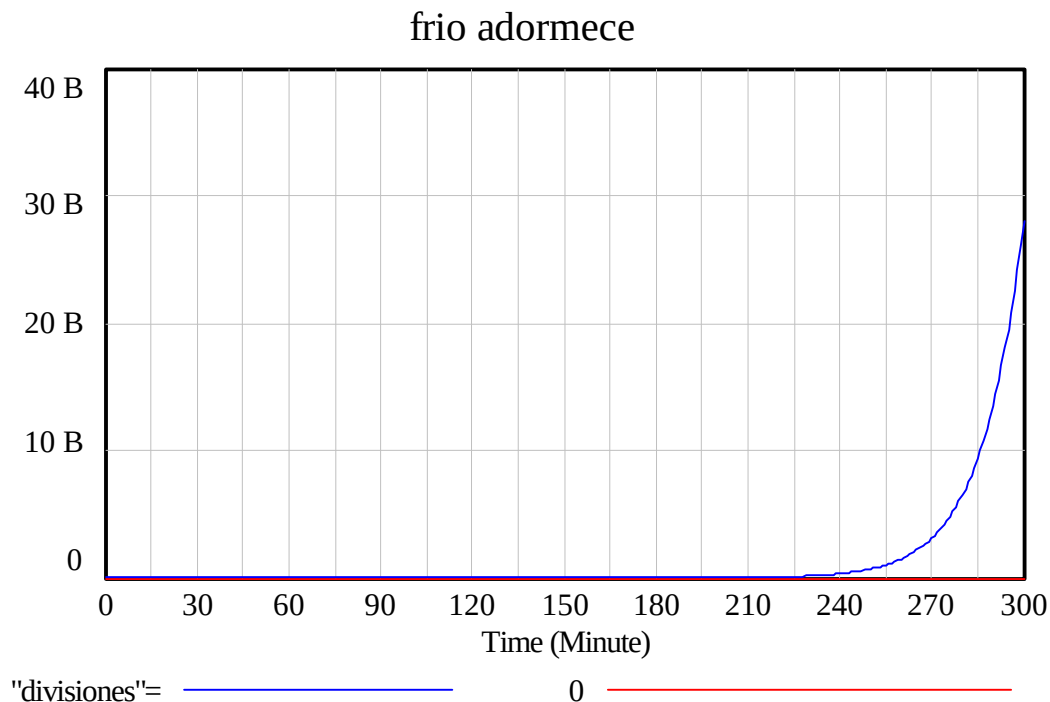
The constraint –come o muere- violated at time 11

The constraint –calor es mortal- violated at time 11

The constraint –hambre por crecimiento- violated at time 1

The constraint –sed por crecimiento- violated at time 1

Todas las Constraints han sido violadas. No es una gran sorpresa ya que los elementos involucrados en las Constraints no fueron conectados en el modelo. Este modelo sólo representa un mecanismo básico de crecimiento. No se ha dado atención al control o contención a las cuales están relacionadas las Constraints. Adicionalmente a la ventana de error habrá 6 gráficos tales como:



La línea superior muestra lo que hacen las divisiones, mientras que la línea inferior muestra a que se debe.

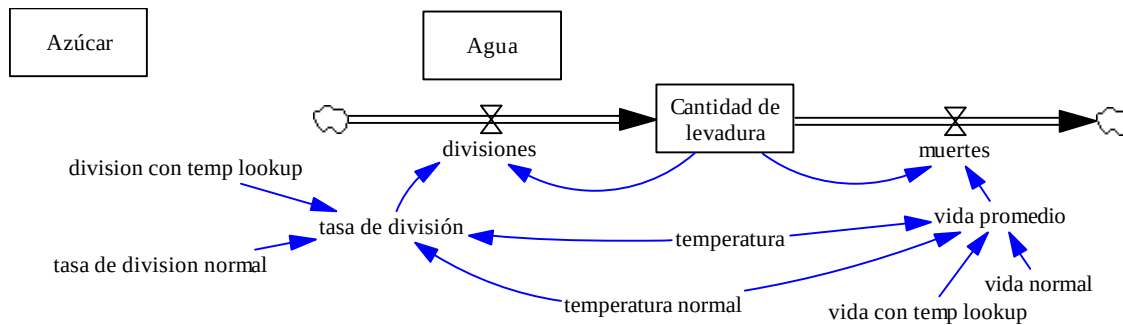
La ventana de reporte finalice con un resumen de lo que ha pasado.

0 successes and 6 failures testing 6 Reality Check equations
 The Reality Check Index as run is 0
 Closeness score is 0.0% on 6 measurements

La primera línea es un resumen estadístico. La segunda línea muestra el Reality Check Index. Este se define como el número de éxitos dividido por el producto del número de variables dinámicas en el modelo con el total de variables en el modelo. Dado que por cada par de variables hay un potencial de uno o más ecuaciones Reality Check este índice es algo que debería estar siempre presente para un modelo con un conjunto completo de Reality Checks. Finalmente se muestra un grado de robustez (closeness score). Este grado es un promedio de la robustez del Reality Check. Si un Reality Check tiene éxito, este grado es 1. Si falla es 1 menos el promedio del error absoluto promedio dividido por la cantidad de variación en la variable que está siendo verificada. Por lo tanto un Reality Check que sólo falla poco tiene un grado cercano a 1, por lo que Closeness score es una medida continua cuanto, en promedio, son violadas las Constraints.

Temperatura, divisiones y muertes

Dos condiciones relacionan la temperatura al crecimiento. Si la temperatura es baja todo pasa a estado de latencia. Si la temperatura es alta las levaduras mueren. Se reemplazan las ecuaciones para *divisiones* y *muerte* con este concepto en mente, y se crea *Levadura2_guia.mdl*



```
divisiones = Cantidad de levadura * tasa de division
division rate = tasa de division normal * division con temp
lookup ( temperature / norm temperature )
tasa de division normal = 0.08
temperatura normal = 80
division con temp lookup ( (0,0),(0.8,0),(1,1),(2,1) )
muertes = Cantidad de levadura / vida promedio
vida promedio = vida normal * vida con lookup ( temperatura /
temperature normal )
vida normal = 250
vida con temp lookup ((0,1),(1,1),(1.25,0.02),(2,0.001) )
```

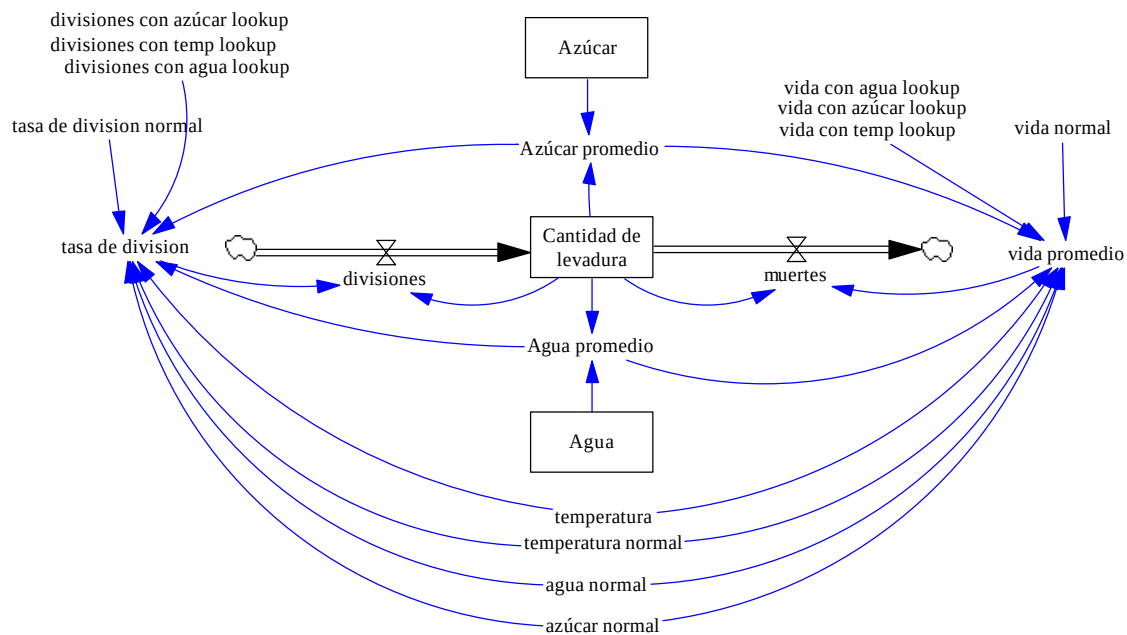
Ahora verificar las Constraints mostrará es respetada. Las Constraints son violadas porque las levaduras no se mueren lo suficientemente rápido cuando la temperatura se incrementa. En este caso, se puede reestructurar el modelo para alcanzar la Constraint, o suavizar levemente la Constraint, dependiendo en que es más realista. Una manera de aliviar la restricción es cambiar el tiempo de transición para permitir más tiempo para la muerte de las levaduras (se cambia el argumento RC DECAY CHECK de 2 a 5):

```
Calor es mortal :THE CONDITION: temperatura = RC STEP(120,1)
:IMPLIES: Cantidad de levadura <= RC DECAY CHECK(1,Cantidad de
levadura,5)
```

Ahora verificar las Constraints mostrará que frío adormece y calor es mortal son ambas respetadas. Este tipo de interacción, pactando la rigurosidad de las Constraints y haciendo ajustes a las ecuaciones es válido. Proporciona un medio de focalizar la atención sobre las Constraints que pueden ser violadas.

Influencia del Agua y el Azúcar en las Divisiones

Las dos siguientes ecuaciones Constraint establecen que el agua y el azúcar son necesarios para sobrevivir. Se modeló el impacto de falta de agua y azúcar tanto en la tasa de división como la vida promedio de las levaduras. El nuevo modelo (*levadura3_guia.mdl*) se ve:



Las ecuaciones están disponibles con el modelo. Observar que los Test Inputs elegidos causan condiciones extremas para la existencia en Agua y Azúcar, y la forma en que el modelo está formulado hace que las muertes crezcan explosivamente. Usando integración por Euler, el sistema muestra oscilaciones con la Cantidad de Levadura haciéndose negativa. Para evitar esto puede usarse otras técnicas de integración, o cambiar las ecuaciones para muertes.

muertes = $\text{MIN}(\text{Cantidad de levadura} / \text{TIME STEP}, \text{Cantidad de levadura} / \text{vida promedio})$

Esta formulación evita dinámicas no esperadas, pero también pueden fijar la Cantidad de levadura en cero. Esto significa que Azúcar promedio y Agua promedio necesitan ser computadas como:

Azúcar promedio = $\text{ZIDZ}(\text{Azúcar}, \text{Cantidad de levadura})$

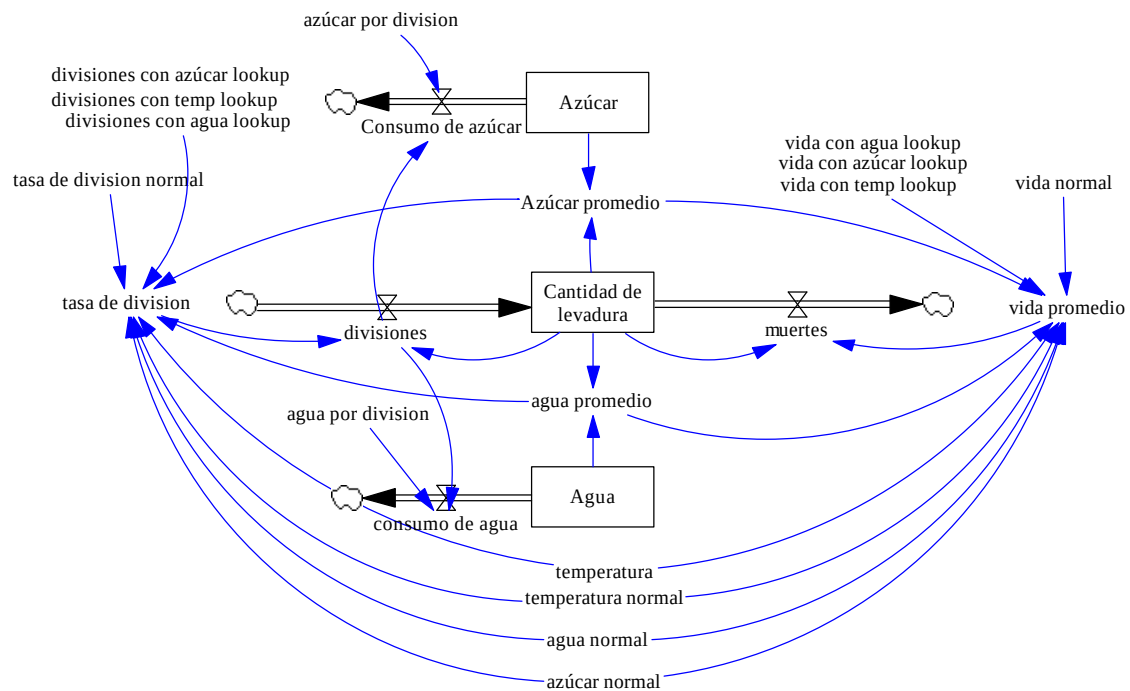
Agua promedio = $\text{ZIDZ}(\text{Agua}, \text{Cantidad de levadura})$

Para prevenir errores numéricos cuando Cantidad de levadura es 0.

Con la estructura cambiada, el modelo supera con éxito cuatro de las seis Constraints.

Agua y Azúcar influenciadas por las Divisiones

Aún no se logró ajustar el modelo a las dos últimas Constraints. El problema es que no hemos hecho la conexión entre lo que las levaduras están haciendo y cuanta agua y azúcar hay. La manera más simple de hacerlo es considerar el proceso de división como un consumidor de recursos de agua y azúcar. Así tenemos el modelo *levadura4_guia.mdl*



Este modelo cumple todas las Constraints que se escribieron. Pero, ¿es un buen modelo? En este caso la respuesta probablemente es “no todavía”. Para una representación detallada y segura del crecimiento de las levaduras necesitaríamos algunos datos experimentales, y calibrar el modelo para efectos de temperatura y falta de recursos. El punto es que este modelo no viola las Reality Checks mas obvias que surgen del sentido común.

Se han mostrado varios modelos diferentes. ¿Qué pasó con las ecuaciones Reality Check? Excepto por los pequeños cambios efectuados a *calor es mortal*, no hay cambios y tienen exactamente el mismo diagrama.

Conclusión

El uso de Reality Check sirve a dos propósitos. Primero, es un registro escrito de aspectos que asumimos deben ser verdaderos para que el modelo tenga sentido. Estos aspectos quedan normalmente sin documentar, aún cuando debieran ser el producto más importante del ejercicio de modelado. Cuestiones muy simples, como la noción de que si la levadura se mantiene en crecimiento podría quedarse sin agua, son muy importantes para entender el sistema.

Otro propósito importante acerca de este ejemplo es que ilustra una manera de construir modelos que es efectiva y eficiente. Se comienza desde un esquema básico y luego se agrega la estructura necesaria para cumplir las restricciones. Esto proporciona un rigor desde el principio del proceso de creación del modelo que puede incrementar ampliamente tanto la velocidad como la calidad del trabajo.

15 Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad no está disponible en Vensim PLE.

Copyright © 1998-2007 Ventana Systems, Inc.
Traducido al español con autorización
Copyright de la traducción (c) 2007 Juan Martin Garcia

Causal Tracing, Reality Check, Vensim and Ventana
son marcas registradas de Ventana Systems, Inc.

Simulaciones de Montecarlo

El análisis de sensibilidad es el proceso de modificar las hipótesis de los valores de las Constantes en el modelo y examinar los resultados debidos al cambio en esos valores. El análisis de sensibilidad manual requiere el cambio del valor de una Constante (o varias Constantes de una vez) y simular, cambiar el valor de la Constante de nuevo y simular nuevamente y repetir esta acción muchas veces para lograr un espectro de valores de salida.

La simulación de Montecarlo, también conocida como Simulación de Sensibilidad Multivariable (MVSS), realiza este procedimiento automáticamente. Se pueden realizar cientos o miles de simulaciones con las Constantes modificadas a lo largo de un rango de valores y después guardar los resultados para análisis posterior. El muestreo Latin Hypercube es una forma particular de análisis de sensibilidad que permite una prueba más rápida en modelos muy grandes.

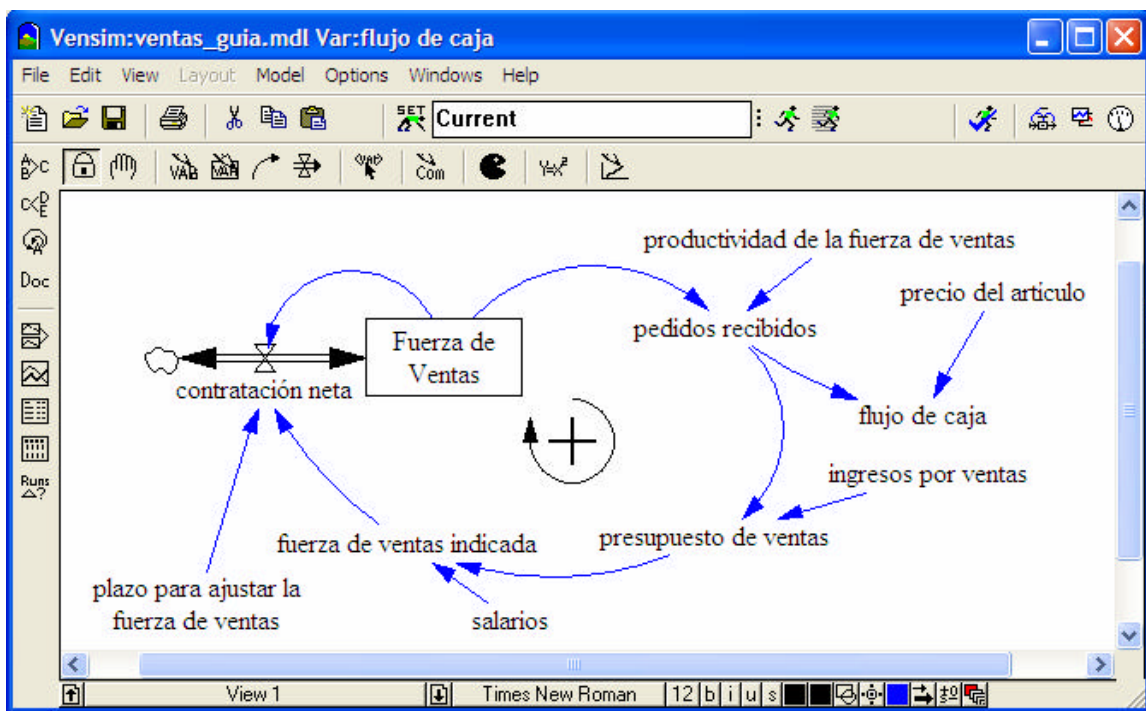
Modelo de Crecimiento del mercado

El modelo de ventas mostrado a continuación contiene un ciclo de realimentación positivo principal, en el que más vendedores pueden generar más ventas, incrementando el beneficio y permitiendo contratar más vendedores. Existe un ciclo de realimentación negativo menor que permite ajustar la fuerza de ventas durante un cierto plazo de tiempo mediante la contratación y los despidos.

- Abra el modelo *sales.mdl* en el directorio *guide\chap15* o la versión en español *ventas_guia.mdl* en este mismo directorio.

o bien,

- Construya el modelo mostrado en el diagrama, con las ecuaciones que se indican a continuación y guárdelo en el mismo directorio con un nombre diferente (p.ej., *ventas1_guia.mdl*). Los límites temporales son el INITIAL TIME = 0, FINAL TIME = 60, TIME STEP = 0.25, Unidades de Tiempo: Mes.



Las ecuaciones de ventas_guia.mdl

contratación neta = (fuerza de ventas indicada - Fuerza de Ventas) / plazo para ajustar la fuerza de ventas

Units: personas/Mes

flujo de caja = pedidos recibidos * precio del artículo

Units: \$/Mes

Fuerza de Ventas = contratación neta

Initial value: 50

Units: personas

fuerza de ventas indicada = presupuesto de ventas / salarios

Units: personas

ingresos por ventas= 10

Units: \$/unidad

pedidos recibidos = Fuerza de Ventas * productividad de la fuerza de ventas

Units: unidades/Mes

plazo para ajustar la fuerza de ventas= 6

Units: Mes

precio dla opción= 100

Units: \$/unidad

presupuesto de ventas= pedidos recibidos * ingresos por ventas

Units: \$/Mes

productividad de la fuerza de ventas= 210

Units: unidades/(personas*Mes)

salarios = 2000

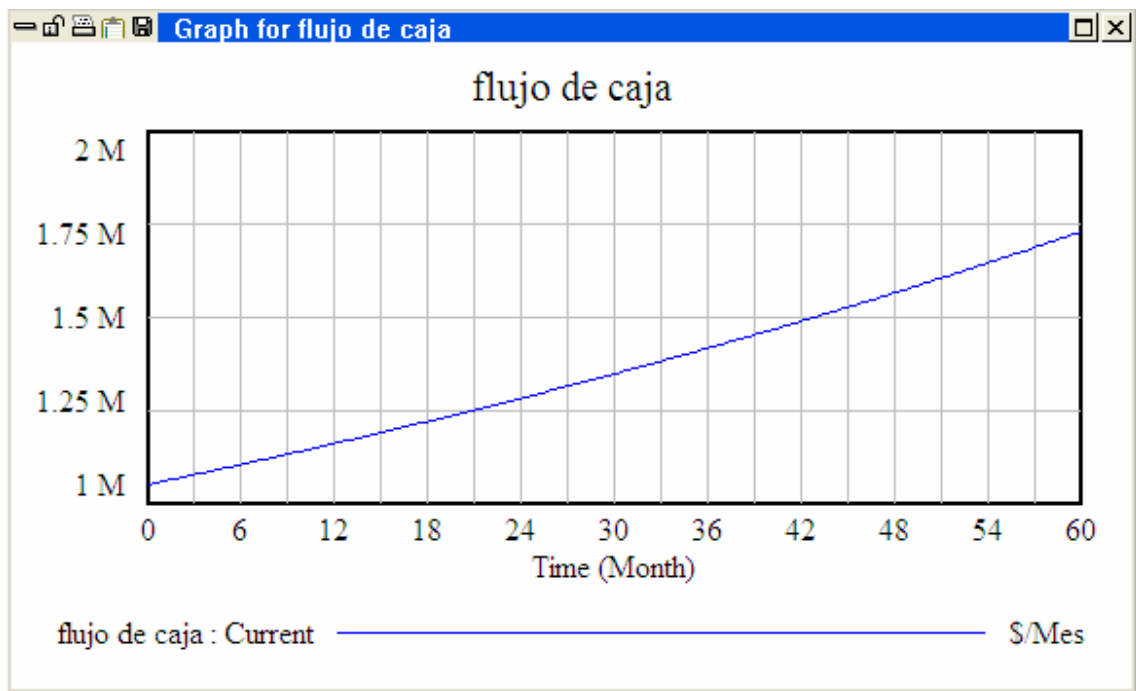
Units: \$/(personas*Mes)

Simulación base

En primer lugar simularemos el modelo para observar su comportamiento con los valores normales de las Constantes del modelo.

- Puse dos veces en la caja de edición del **Runname (la simulación)**, teclee *baserun*.
- Pulse en el icono de **Simular**.
- Puse dos veces en *Fuerza de Ventas* y pulse después en el icono de herramienta de **Gráfico**. Pulse *flujo de caja* y luego pulse en el icono de en la herramienta del **Gráfico**.

Se observa que *Fuerza de Ventas* y *flujo de caja* están creciendo despacio.



- Seleccione en el Panel de control el icono de **Datasets** y pulse dos veces en *baserun* para descargarlo.

Incertidumbre en múltiples parámetros

El modelo contiene cinco constantes que podemos variar para examinar su efecto en la salida de la simulación. Son:

precio del artículo
ingresos por ventas
productividad de la fuerza de ventas
plazo para ajustar la fuerza de ventas
salarios

Supongamos que conocemos los valores exactos para dos constantes: *precio del artículo* e *ingresos por ventas*, porque son decisiones políticas que los gerentes pueden realmente definir. Los parámetros inciertos son *productividad de la fuerza de ventas*, *plazo para ajustar la fuerza de ventas* y *salarios*. Seleccionaremos estos tres elementos y les asignaremos los valores máximos y mínimos que creemos pueden tener, y también la distribución de probabilidad que pueden tener, para finalmente observar su impacto en el comportamiento del modelo. Observe que podríamos seleccionar sólo un parámetro si quisiéramos observar la sensibilidad del comportamiento del modelo a ese parámetro en especial.

NOTA: Parámetro es un sinónimo de Constante. En la documentación de Vensim, se usa parámetro frecuentemente para referirse a Constantes del modelo que seleccionamos para observar la variación durante el Análisis de sensibilidad y optimización.

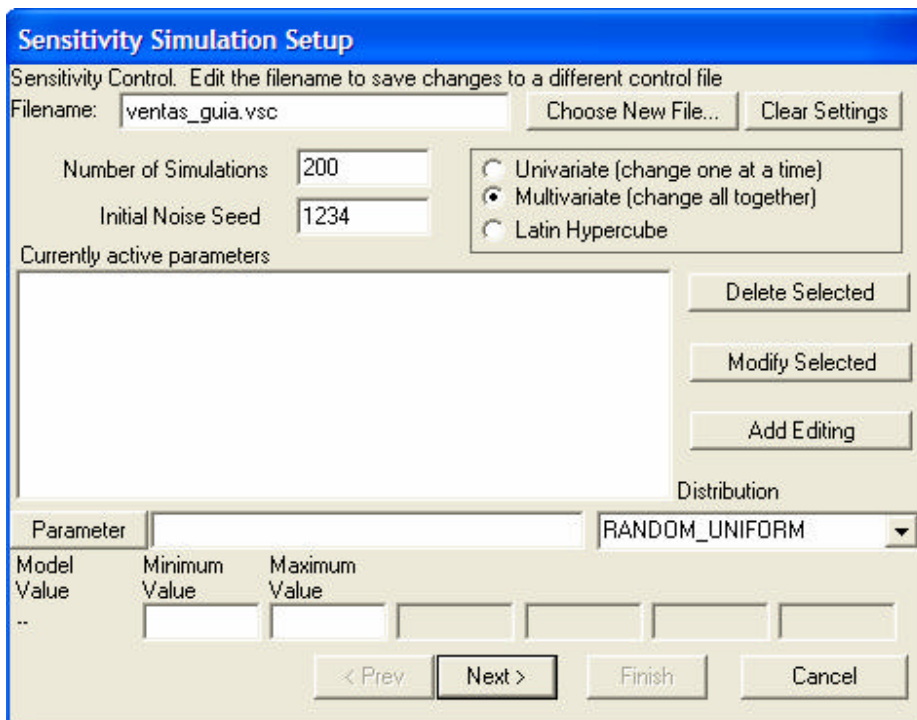
Parámetros de análisis de sensibilidad

Vensim ofrece dos métodos para realizar los análisis de sensibilidad. Uno es usar el icono de Sensibilidad en el Control de Simulación para preparar los archivos de análisis. La otra manera es usar el icono de Sensibilidad en la Barra de herramientas para activar el Ayudante de Sensibilidad.

- Pulse dos veces en la caja de edición del **Runname (la simulación)** y teclee *sensibilidad* para el nombre de la simulación (actualmente es *baserun*).

- Pulse en el icono de **Sensibilidad**  en la Barra de herramientas.

El Ayudante de Sensibilidad abre el Análisis de Sensibilidad



- Asegúrese que el icono para **Multivariable** esté seleccionado y que el **Number of Simulations (Número de Simulaciones)** esté en 200.

El método de análisis de sensibilidad multivariable de Montecarlo trabaja probando un conjunto de números dentro de un cierto rango. Para realizar un análisis multivariable, muestrea la distribución para cada parámetro especificado y los valores resultantes se usan en una simulación. Cuando el **Número de Simulaciones** está fijo en 200 este proceso se repetirá 200 veces.

- Pulse en el botón **Parameter (Parámetro)**, se abrirá una caja de diálogo de Control del Parámetro y mostrará todos los parámetros (Constantes) en el modelo que pueden

seleccionarse para el análisis de Montecarlo. Pulse en *productividad de la fuerza de ventas* y después en **OK**.

Distribución Uniforme Aleatoria

Para hacer un análisis de sensibilidad es necesario definir qué tipo de distribución de probabilidad para cada parámetro se elije. La distribución más simple es la Distribución Uniforme Aleatoria en la que es igualmente probable que ocurra cualquier número entre el valor mínimo y máximo. La Distribución Uniforme Aleatoria es aplicable para la mayoría de los análisis de sensibilidad y se selecciona por omisión. Otra distribución comúnmente usada es la Distribución Normal (Campana de Gauss) en la que los valores cercanos a la media son más probables que ocurran que los valores lejos de la media. Vensim proporciona una variedad de distribuciones estadísticas diferentes de las que puede seleccionar una de ellas. Las distribuciones normalmente usadas son Uniforme, Normal y las distribuciones Triangulares. Si no tiene ningún motivo para seleccionar una distribución determinada, es conveniente elegir una distribución uniforme.

Los valores mínimo y máximo se escogen para limitar el rango de cada parámetro. Observe que el valor real de esta variable en el modelo, que es 210, se indica debajo del botón de **Parámetro**.

[illegible]

- Pulse en la caja etiquetada **Minimum Value (Valor Mínimo)** y teclee 200. Pulse en la caja etiquetada **Maximum Value (Valor Máximo)** y teclee 220.

El valor mínimo de 200 representa la productividad más baja que se cree que la fuerza de las ventas puede lograr; el valor máximo de 220 representa la productividad más alta que creemos que pueden lograr.

- Pulse en el botón **Add Editing (Añadir Edición)**.
- Pulse en el botón **Parameter (Parámetro)** y pulse en el *plazo para ajustar la fuerza de ventas* y pulse en **OK**.
- Pulse en la caja etiquetada el **Minimum Value (Valor Mínimo)** y teclee 3. Pulse en la caja etiquetada **Maximum Value (Valor Máximo)** y teclee 12. Estos números son asimétricos alrededor del valor 6 del modelo; creemos que el valor podría ser un poco más bajo o mucho más grande. Pulse en el icono **Add Editing (Añadir Edición)**.
- Pulse en el icono **Parameter (Parámetro)**, seleccione *salarios* y pulse en **OK**.

Distribución Aleatoria Normal

Para *salarios* escogeremos una distribución diferente a la predefinida. Los valores en la distribución RANDOM NORMAL se obtienen según una Distribución Normal y requiere que se especifiquen los límites máximo y mínimo, así como una media y desviación estándar.

- Pulsar en la flecha de la caja de **Distribution**. Seleccionar la opción RANDOM NORMAL de la lista (necesitará usar la barra de desplazamiento para moverse en las opciones).

- Pulsar en el icono en la caja del **Minimum Value (Valor Mínimo)** y teclear 1800. Pulse en la caja de **Maximum Value (Valor Máximo)** y teclear 2200. Pulsar en la caja **Mean (Media)** y teclear 2000. Pulsar en la caja **Standard Deviation (Desviación Estándar)** y teclear 100. Pulsar en la caja **Add Editing (Añadir Edición)**.

La pantalla debe aparecer similar a la imagen siguiente.

Sensitivity Simulation Setup

Sensitivity Control. Edit the filename to save changes to a different control file

Filename:

Number of Simulations:

Initial Noise Seed:

☐ Univariate (change one at a time)

☒ Multivariate (change all together)

☐ Latin Hypercube

Currently active parameters

productividad de la fuerza de ventas=RANDOM_UNIFORM(200,220)

plazo para ajustar la fuerza de ventas=RANDOM_UNIFORM(3,12)

salario del personal de ventas=RANDOM_NORMAL(1800,2200,2000,

Distribution

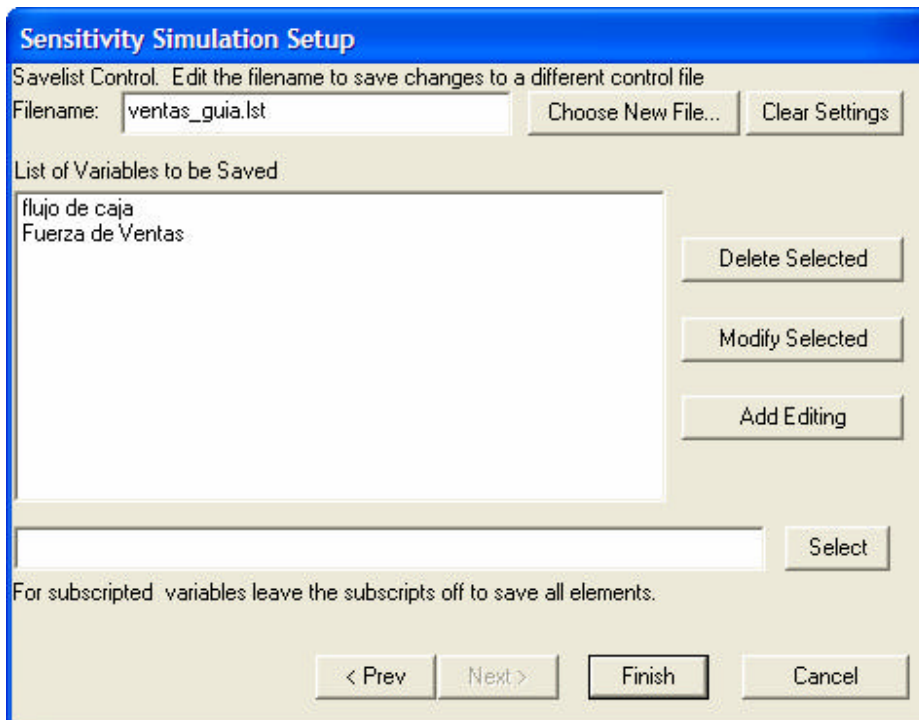
Parameter

Model Value	Minimum Value	Maximum Value
--		

- Pulse en el icono **Next (Siguiente)** para ir a la pantalla de Listas Guardadas.

Listas Guardadas

Las Listas Guardadas son archivos que indican a Vensim de que variables guardar los valores. Los análisis de sensibilidad generan una cantidad muy grande de datos, por lo que es necesario limitar los datos guardados a sólo esas variables en las que estamos muy interesados. Debe escoger guardar sólo valores para las variables que piensa que son de interés real; intentar guardar los valores del análisis sensibilidad para todas las variables en el modelo consume mucho tiempo y una gran cantidad de espacio en disco.



- Pulse en el botón **Select (Seleccionar)**, se abrirá un menú de diálogo de Guardar de Variable mostrando todas las variables del modelo. Escoja *flujo de caja* y pulse en **OK**. Pulse en el botón **Add Editing (Añadir Edición)**.

- Pulse en el botón **Select (Seleccionar)** y escoja *Fuerza de Ventas* luego pulse **OK**. Pulse en el botón **Add Editing (Añadir Edición)**.

NOTA podríamos simplemente teclear estos nombres individualmente en la caja de edición y pulsar en el botón **Add Editing (Añadir Edición)**.

Análisis de sensibilidad

El modelo se simulará y luego realizará 200 simulaciones adicionales mientras cambia automáticamente los parámetros *productividad de la fuerza de ventas*, *plazo para ajustar la fuerza de ventas y salarios*. La simulación contiene el comportamiento estándar para todas las variables con los valores de las constantes originales del modelo y un rango de valores para el comportamiento de las variables *flujo de caja* y *Fuerza de Ventas* generada por las 200 simulaciones de sensibilidad.

- Abrir el Panel de control y pulsar en el icono de **Datasets (Simulación)**. Si apareciera *baserun* en la lista de simulaciones **Loaded (Cargadas)** pulse dos veces sobre ella para suprimirla, de forma que quede sólo en la ventana derecha la simulación *sensibilidad*.

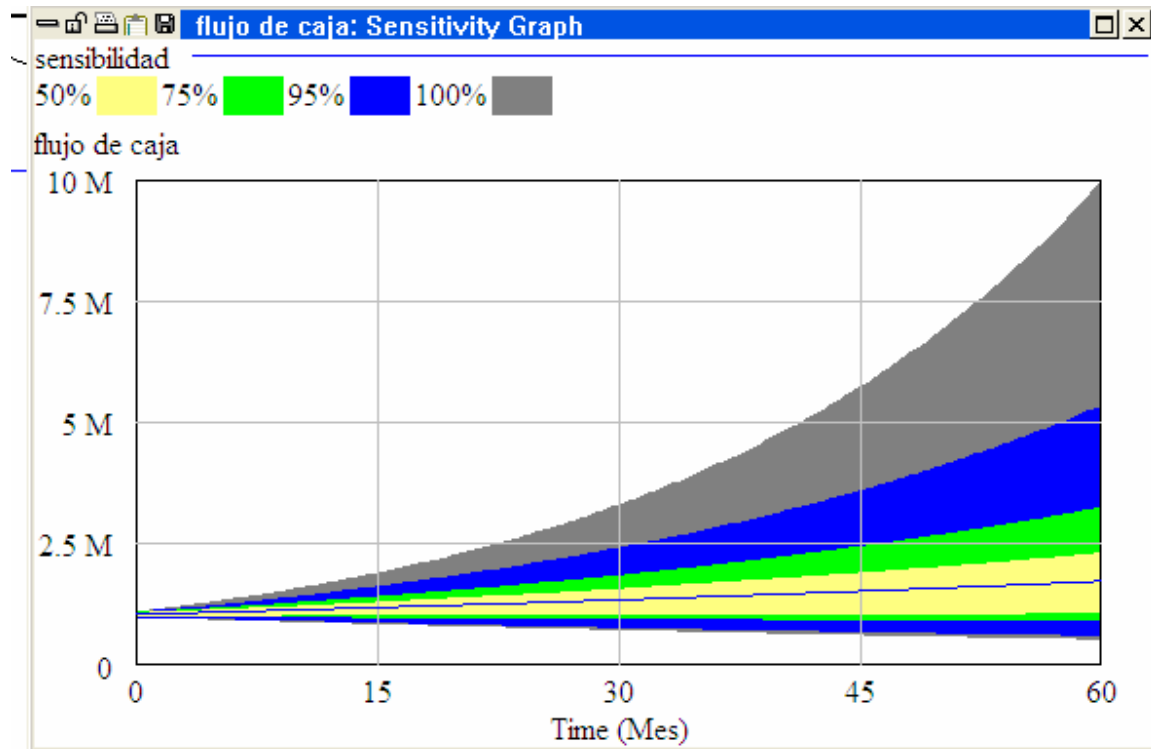
- Pulsar dos veces en la variable *flujo de caja* en la pantalla para seleccionarla.

Salida del análisis de sensibilidad en graficos temporales

Los resultados del análisis de sensibilidad se pueden mostrar en diferentes formatos. Los gráficos temporales muestran la evolución de una variable durante un determinado período. La distribución de los valores de la variable, durante cualquier periodo, se muestra referida a los límites de confianza, o como valores independientes que se combinan para hacer seguimientos de las simulaciones individuales.

Límites de confianza

- Pulse en la herramienta de Análisis de **Sensitivity Graph (Gráfico de Sensibilidad)**. La configuración predefinida para esta herramienta es mostrar los límites de confianza.



Se genera un gráfico que muestra los límites de confianza para todos los valores de *flujo de caja* que se generaron cuando los tres parámetros se modificaron al azar alrededor de sus distribuciones estadísticas.

Puede ampliar el gráfico para llenar la pantalla simplemente pulsando en el icono de maximizar / minimizar en la esquina superior derecha.

Los límites exteriores de la incertidumbre (100%) indican los valores máximos de aproximadamente 10 millones de dólares y un valor mínimo de aproximadamente 500 mil dólares al final de la simulación. Observe la posibilidad de una disminución en el *flujo de caja*. La simulación original (con los valores de las constantes definidos en el modelo) se dibuja como una línea azul indicada en la parte superior con el nombre de *baserun*.

Valores medios (No en PLE Plus)

Se puede dibujar un valor medio, el cual queda dentro de los límites de confianza.

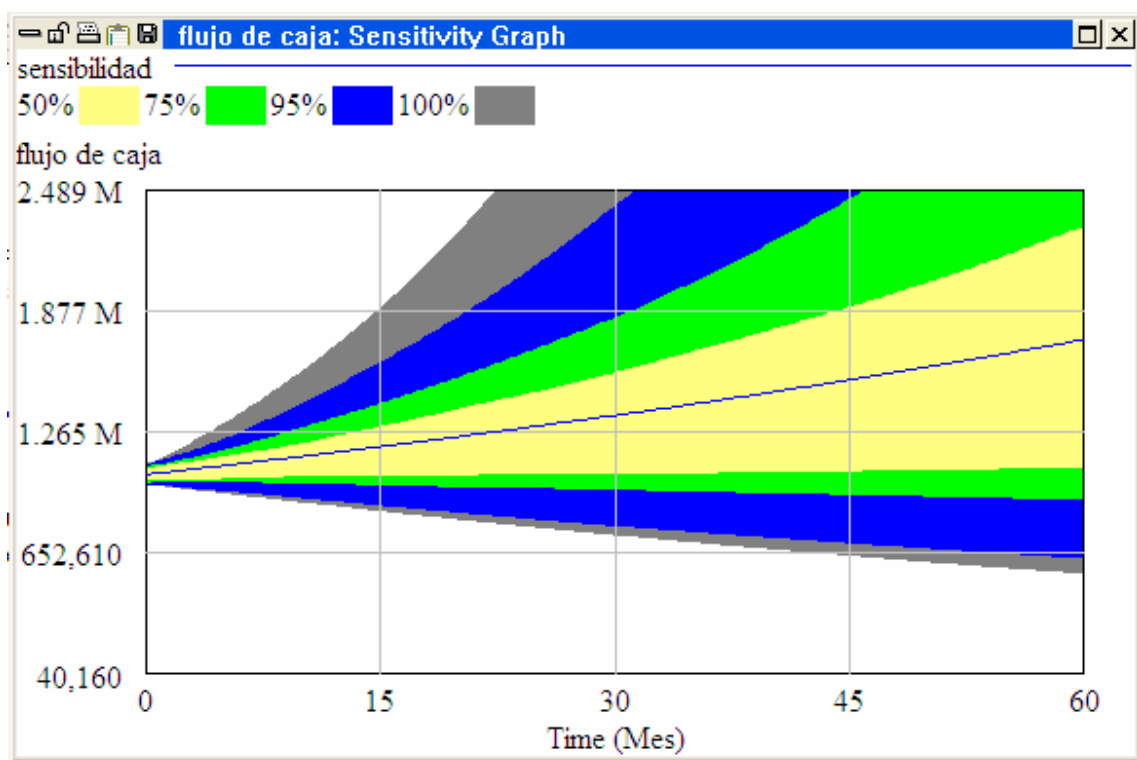
- Pulsando con el botón derecho el ratón en la herramienta de **Sensitivity Graph (Gráfico de Sensibilidad)**. Pulse en el botón **Plot Mean Value (Dibujar valor medio)** en el campo **Show Sensitivities as: (Muestre la Sensibilidad como:)**.
- Pulse en la casilla **Suppress first run plot (Suprimir grafico de la primero simulación)**. (Esto dejará sólo el valor medio y los límites de confianza). Pulse en el icono de **OK**.
- Pulse en la herramienta de **Sensitivity Graph (Gráfico de Sensibilidad)**. Se genera un gráfico que muestra el valor medio de los límites de confianza con una línea roja.

Escalas de los gráficos

Puede ajustar la escala para mostrar con más detalle el rango inferior de los valores de la incertidumbre.

- Ponga el puntero en la línea horizontal del gráfico que muestra el *flujo de caja* en 2.5 M. Mantenga apretada la tecla Ctrl y luego pulse con el botón del ratón. Arrastre el ratón para que el cursor se mueva a la parte inferior del gráfico (la línea del gráfico que muestra el *flujo de caja* igual a 0). Suelte el botón del ratón.

- Pulse en la herramienta **Sensitivity Graph (Gráfico de Sensibilidad)**.



Las trayectorias individuales

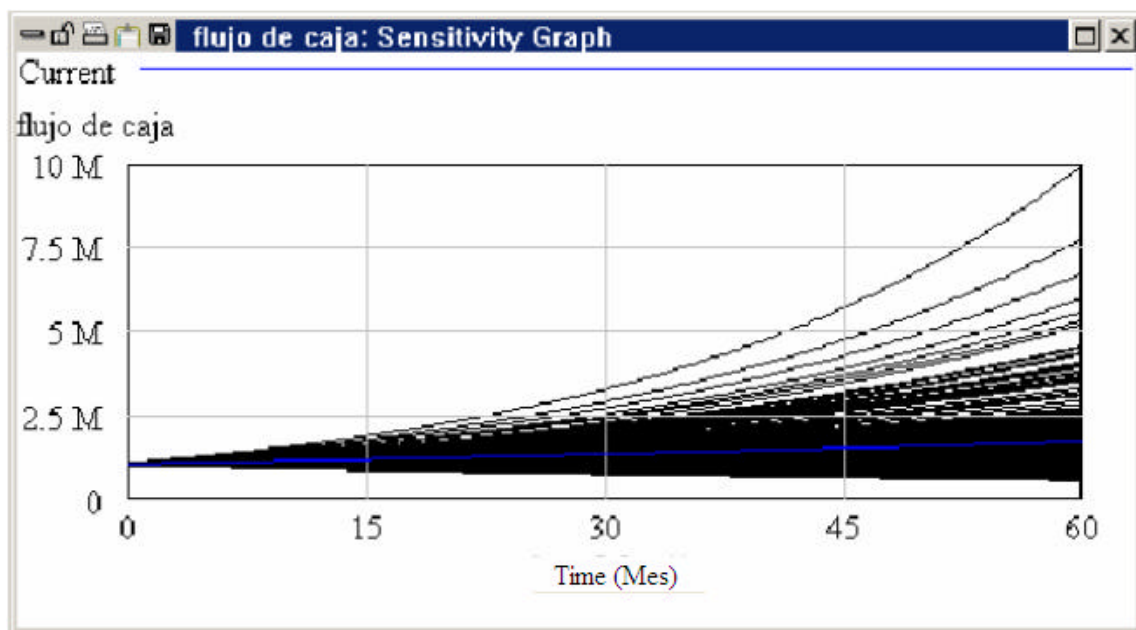
Otra opción para observar los resultados del análisis de sensibilidad es observar todas las trayectorias de las simulaciones individuales. En Vensim PLE Plus en la herramienta de

Gráfico de Sensibilidad . Para otras configuraciones primero ajuste las opciones:

- Pulse en el icono de radio de los **Individual Traces (Trazos Individuales)** en el campo **Show Sensitivities as (Muestre sensibilidad como)** y luego pulse en el icono de **OK**.

- Pulse en el Gráfico de Sensibilidad.

Se muestran las trayectorias individuales para cada simulación. Puede maximizar el gráfico (en caso anterior ya lo aumentó al máximo) para cubrir todo el tamaño de la ventana para poder discernir entre algunos de los trazos individuales.



- Pulse en *Fuerza de Ventas* y luego pulse en el **Gráfico de Sensibilidad**.

Vemos un comportamiento muy similar que no es sorprendente ya que el comportamiento del ciclo de realimentación a través de la *Fuerza de Ventas* gobierna el comportamiento de *flujo de caja*.

Salidas del Histograma de Sensibilidad

Los resultados del análisis de sensibilidad pueden mostrarse en forma de histograma. Éstos proporcionan una sección transversal de valores en un periodo de tiempo en particular. Los histogramas muestran el número de simulaciones para los que la variable estaba en un rango dado en el momento determinado. Los histogramas proporcionan un mecanismo para observar la distribución de los valores de una variable sobre todas las simulaciones realizadas y en un momento determinado. En Vensim PLE Plus el gráfico de barras  está configurada para mostrar la sensibilidad en un periodo determinado. Para otras configuraciones es necesario ajustar los parámetros.

Cambiar el conjunto de Herramientas de Análisis

Vensim proporciona dos conjuntos de Herramientas por defecto. *default1.vts* es con lo que hemos estado trabajando hasta ahora. *default2.vts* contiene más herramientas que *default1.vts*. También puede crear y puede guardar su propio Conjunto de Herramientas (toolset).

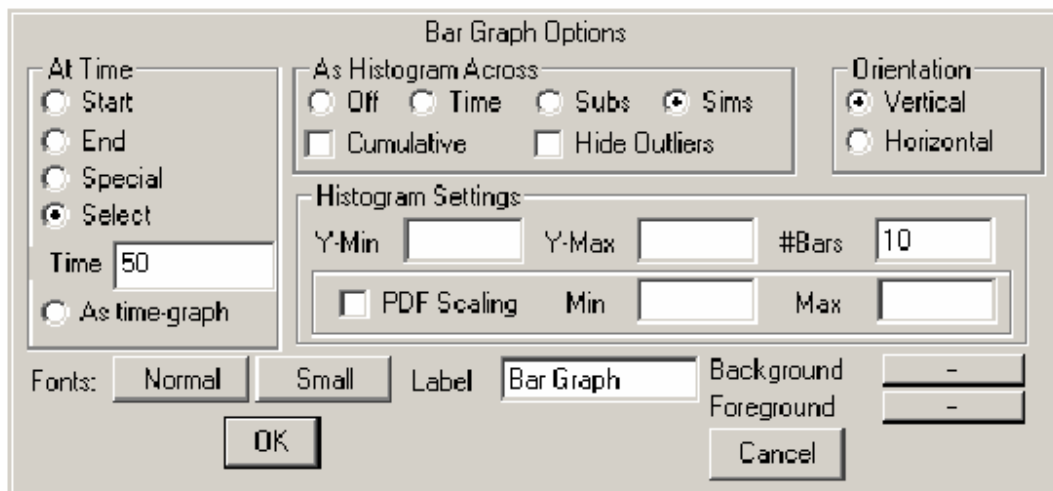
- Seleccione en el menú Tools>Analysis Toolset>Open.... (Herramientas>Conjunto de Herramientas de Análisis >Abrir....)

- Pulse en el icono de **No** cuando se le pregunte si quiere guardar el Conjunto de Herramientas actual.

- Seleccione *Default2.vts* y pulse en **Open (Abrir)**. (Existe un Conjunto de Herramientas Omisión1.vts y Omisión2.vts, en español).

- Pulse con el botón derecho el ratón en la herramienta de gráfico de barras.

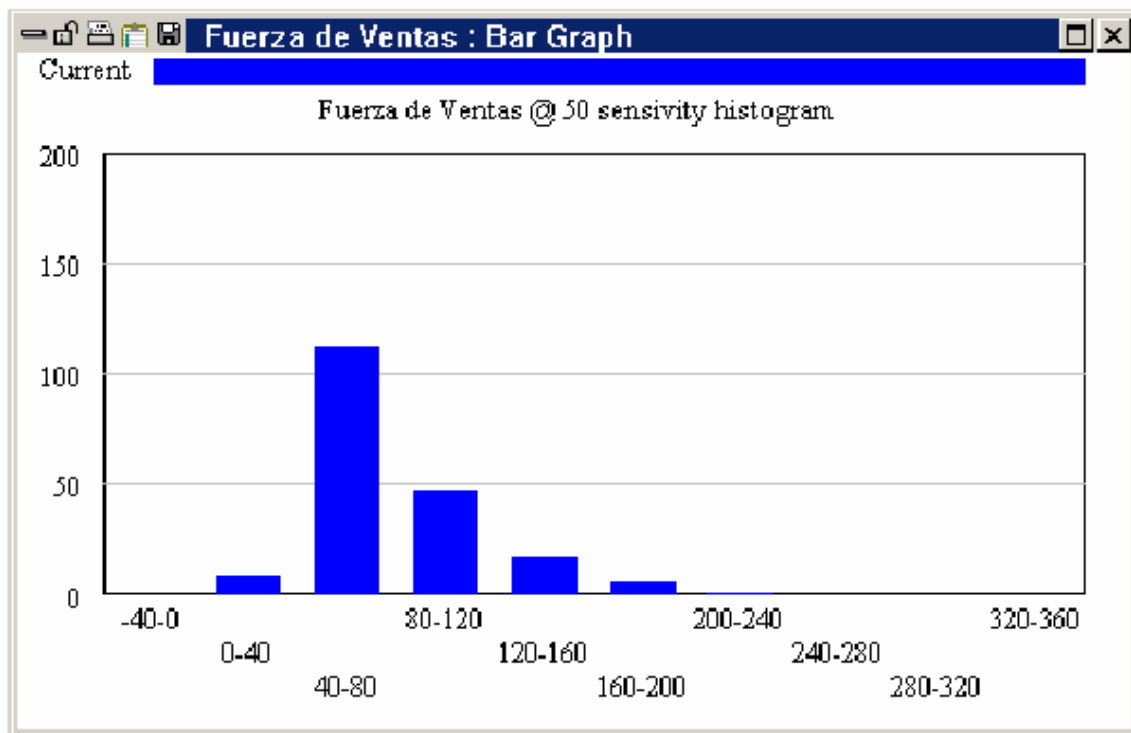
- En el campo **As Histogram (Como Histograma)**, marque verifique la caja **Sims (Simulaciones de Sensibilidad)**. En el campo **At Time (En el momento)**, pulse en el icono de radio **Select (Seleccionar)** y teclee 50 en la caja de **Time (Tiempo)**. Pulse en el icono de **OK**. El menú debe de ser similar al mostrado a continuación.



- Seleccione la opción de **Datasets** en el Panel de control y verifique que *sensibilidad* está todavía activada. Observe que *Fuerza de Ventas* todavía es la Variable activa de la Barra de Trabajo.

- Pulse en la herramienta del gráfico de barras.

Se genera un histograma de sensibilidad mostrando una sección transversal en la mitad del plazo de tiempo de la simulación, 50 meses.



Se muestra *Fuerza de Ventas* en personas a lo largo del eje X. El eje Y representa el número de simulaciones. Así el gráfico dice que había aproximadamente 115 simulaciones para el que, en el momento 50, la *Fuerza de Ventas* se hallaba entre 40 y 80 y unas 50 simulaciones en que estaba entre 80 y 120.

Herramientas estadísticas

Si está usando Vensim Professional o DSS puede usar la herramienta de Estadísticas para conseguir información sobre los análisis de sensibilidad. Vea el Capítulo 14 del Manual de Referencia para detalles de cómo configurar esta herramienta.

16 Uso de datos externos en los modelos

Vensim PLE no permite la conexión directa con hojas de cálculo, pero permite la importación de datos. Esto se hace con ayuda de los Modos de Referencia como se describe en el Capítulo 20.

Copyright © 1998-2007 Ventana Systems, Inc.
Traducido al español con autorización
Copyright de la traducción (c) 2007 Juan Martin Garcia

Causal Tracing, Reality Check, Vensim and Ventana
son marcas registradas de Ventana Systems, Inc.

Tipos de datos

El usuario de Vensim puede utilizar los datos externos con dos propósitos. Primero, los datos externos se pueden usar dentro de los modelos, y segundo, se pueden usar como una base para comparar la conducta de un modelo con lo que sucedió realmente. Las entradas externas reciben el nombre de Variables de Datos y son series temporales que se usan en alguna parte del modelo. Las variables de datos no se recalculan durante la simulación ya que son una serie existente de datos (serie temporal) para el uso durante simulación. Esta serie de datos puede ser un conjunto de valores importado por Vensim y utilizado como una **Variable de Datos** en el modelo, o bien una serie cronológica que reside en un archivo externo tal como una hoja de cálculo Excel o 123 y es utilizada por una Variable de Datos con una función de Datos en el modelo.

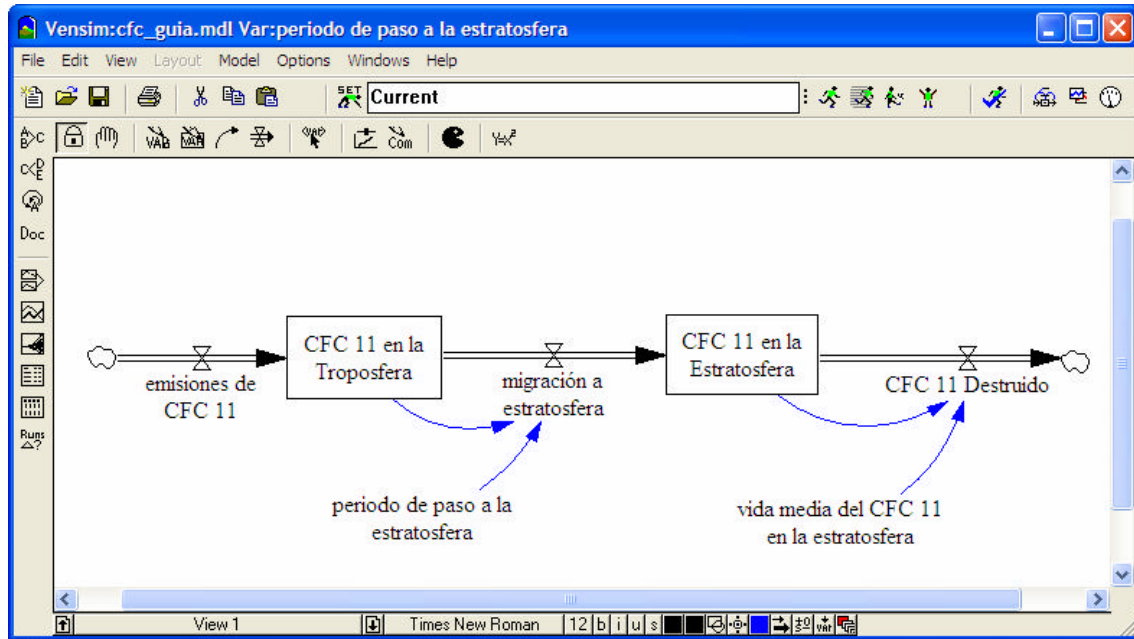
La segunda manera de utilizar los datos implica la carga los datos conocidos del mundo real como una serie temporal en Vensim, entonces comparando estos datos reales con los resultados del modelo con ayuda de los instrumentos del Análisis. Debe tener instalados Microsoft Excel o Lotus 123 para completar este capítulo.

Uso de datos para gestionar un modelo

Escoja la opción

- Abrir el modelo *cfc_guia.mdl* (clorofluorocarbono CFC) en la guía
- Construir el modelo como se muestra en el esquema y las ecuaciones que se indican.

Los valores temporales en Model – Settings son INITIAL TIME = 1930, FINAL TIME = 2130, TIME STEP = 0.5, Units for Time: año



Ecuaciones del modelo *cfc_guia.mdl*

CFC 11 Destruído = *CFC 11 en la Estratosfera* / *vida media del CFC 11 en la estratosfera*
Units: Mkg/año

CFC 11 en la Estratosfera = +*migración a estratosfera* - *CFC 11 Destruído*
Initial value: 0
Units: Mkg

CFC 11 en la Troposfera = *emisiones de CFC 11* - *migración a estratosfera*
Initial value: 0
Units: Mkg

migración a estratosfera = *CFC 11 en la Troposfera* / *periodo de paso a la estratosfera*
Units: Mkg/año

periodo de paso a la estratosfera=5
Units: año

vida media del CFC 11 en la estratosfera= 55
Units: año

El modelo está completo excepto por la variable: *emisiones de CFC 11*

Guardar el modelo con otro nombre, por ejemplo cfc.mdl

Importar datos de una hoja de cálculo (no PLE)

La manera más sencilla de importar los datos a un modelo es utilizar una opción para leer los datos directamente de una hoja de cálculo Microsoft Excel o Lotus 123. Esta técnica también permite conseguir acceso a cualquier fuente de los datos, tal como una base de datos, esto se puede conseguir a través de una hoja de cálculo. Escoja el instrumento de **Ecuaciones**, pulse en *emisiones de CFC 11*.

- Pulse en la opción del menú **Type (Tipo)** que se halla en el lado izquierdo de la pantalla de edición de la ecuación y escoja **Data (Datos)**. Pulse en la casilla inferior de Tipo (donde dice actualmente Normal) y escoja **Equation (Ecuación)**.

- Pulse la etiqueta de **Function (Funciones)** y en la opción del menú **Function Class (Clase de la Función)** escoja **Data only (solo Datos)**. Desplace hacia abajo el menú de Functions y escoja GET XLS DATA si utiliza Microsoft Excel (o bien si utiliza Lotus 123, escoja la función GET 123 DATA).

Para entrar la función es necesario definir cuatro argumentos:

‘filename’
‘tabname’
‘time_row_or_col’
‘first_data_cell’

NOTA IMPORTANTE: se deben entrar estos argumentos *con* las comillas simples en cada caso. Es posible también utilizar variables definidas para entrar éstos argumentos, pero entrando el literal directamente es a menudo más fácil.

Las emisiones de clorofluorocarbono se incluyen como una serie de datos históricos temporales y los valores del pronóstico en la guía en dos archivos:

- cfc11_guia.xls (hoja de cálculo Microsoft Excel)
- cfc11_guia.wk4 (hoja de cálculo Lotus 123)

- Escriba en el nombre de fichero ‘cfc11_guia.xls’ ¡(no olvide las comillas simples)! en el primer argumento si utiliza Microsoft Excel, o ‘cfc11_guia.wk4’ si utiliza Lotus 123.

- Pulse dos veces en el segundo argumento, escriba en el nombre ‘cfc11_guia’ de la etiqueta.

- Pulse dos veces en el tercer argumento, escriba en el nombre de la fila ‘2’ (la fila para el tiempo)

- Pulse dos veces en el cuarto argumento, escriba el texto ‘C4’ de la celdilla (la celdilla donde empiezan los datos)

- Escoja las unidades de Mkg/año y pulse OK para cerrar el editor de la ecuación.

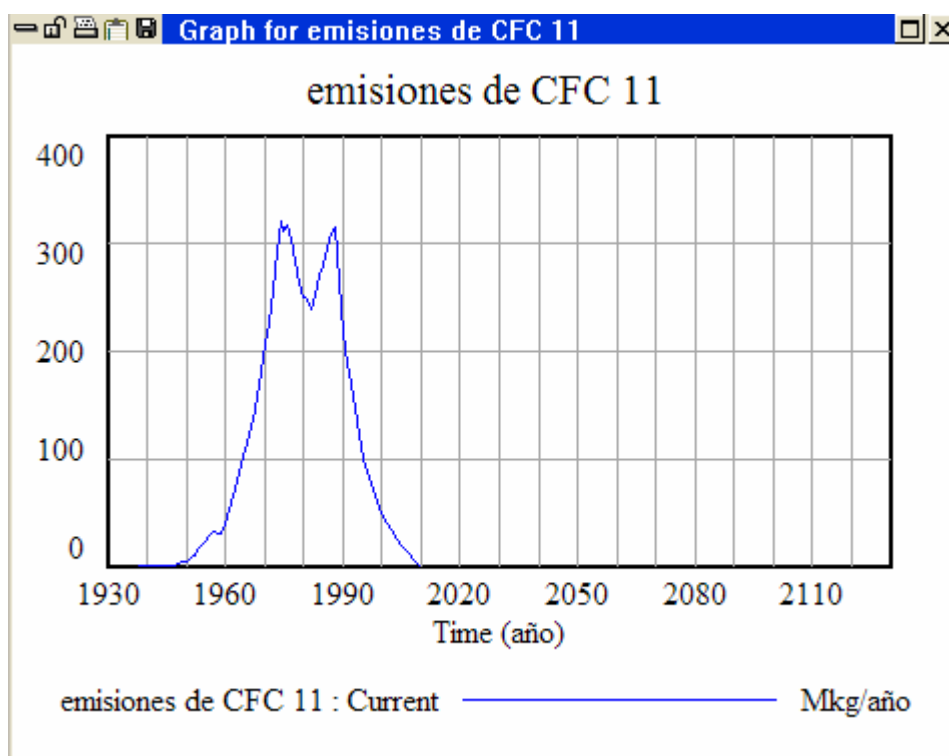
Simular

Las versiones más recientes de Excel y 123 se activan automáticamente cuando son llamadas por el Vensim GET DATA; pero las versiones más antiguas quizás necesiten estar abiertas antes de simular. Algunas versiones de 123 necesitan tener el archivo cfc11_guia.wk4 abierto.

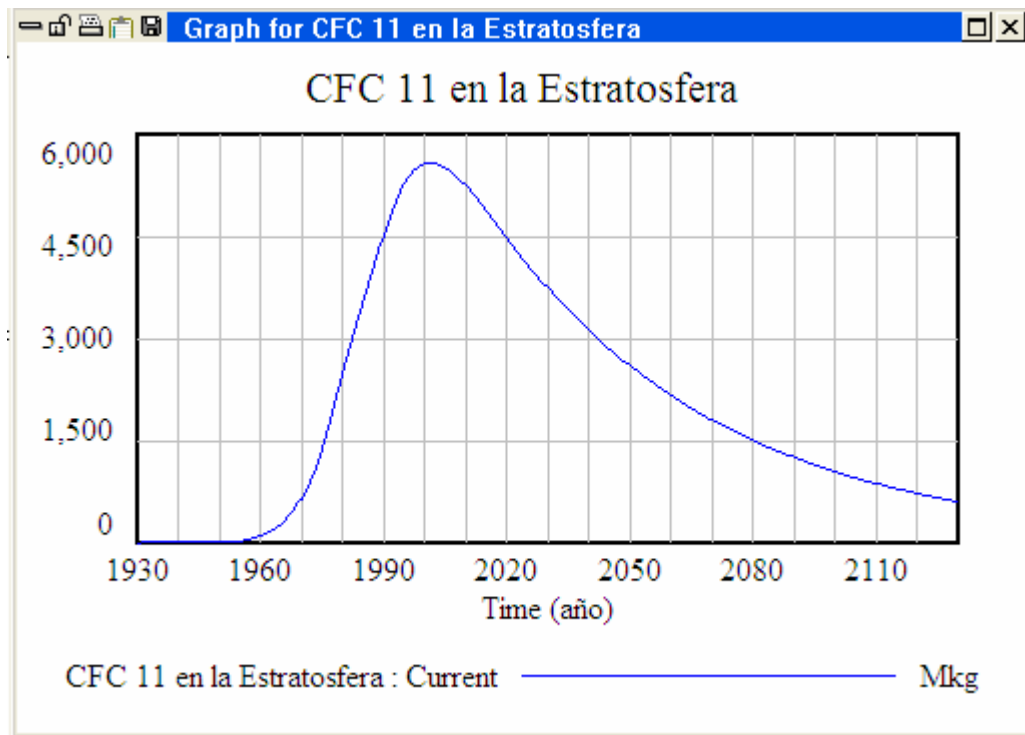
- Escriba un nombre para la simulación (por ejemplo, *base* en vez de *Current*) y pulse en el icono de **Simular**.

Vensim debe abrir automáticamente la hoja de cálculo y simular al leer los valores del archivo cfc11_guia. El modelo comienza la simulación en 1930, ocho años antes de que ocurrieran las primeras emisiones de Clorofluorocarbono CFC 11, y Vensim nos informa de un error porque nuestros datos comienzan antes de los datos que el modelo maneja. Podríamos haber entrado cero en la serie de datos para los años antes de 1938, pero tomamos los datos directamente de la fuente de datos.

- Seleccione la variable *emisiones de CFC 11* y cree un gráfico:



- Cree gráficos de los dos Niveles. Observe el retraso considerable que tiene como resultado la cantidad de clorofluorocarbono 11 en la estratosfera para los próximos 100 años.



Note que esta simulación tiene una suposición optimista acerca de las emisiones de clorofluorocarbono 11. Exploraremos las implicaciones de esto a continuación.

Variables de datos con datos importados

En vez de dirigir Vensim a una hoja de cálculo que contiene los datos puede indicar que acceda a Datasets (los resultados de una simulación) para conseguir los valores. Estas variables de datos utilizan el subtipo "Normal," aunque eso es una designación bastante arbitraria. Las Datasets se crean al ejecutar un modelo, o importando los datos de otras fuentes. El Dataset debe ser creado o debe ser importado antes de simular el modelo.

- Guarde el modelo *cfc_guia.mdl* como otro nombre, por ejemplo *cfc2_guia.mdl*.

- O bien, pulse el icono de **Ecuaciones**, pulse la variable **emisiones de CFC11**. Pulse sobre el botón desplegable de **Type(Tipo)** (dice actualmente **Equation(Ecuación)**) y escoja **Normal**. Pulse **OK**.

Cuándo se ejecuta una simulación, Vensim busca una dataset que contenga la variable denominada de datos. Si no se encuentra ningún dataset con ese nombre, la simulación se detiene.

Las emisiones de CFC están incluidas como datos históricos y como los valores de la previsión en la guía *guide\chap16*. Los valores históricos de datos están contenidos en dos archivos:

- *cfc11_guia.dat* (los datos de Vensim con formato de archivo de texto)
- *cfc11_guia.tab* (el archivo en formato de texto de etiqueta-delimitado)

A diferencia de los datos de la hoja de cálculo, estos archivos no contienen ningún valor proyectado. Utilizaremos el archivo de datos *cfc11_guia.dat* para importar un dataset en Vensim.

- En la versión Vensim Professional o DSS, escoger **File> Edit File...** y escoger *cfc11_guia.dat*, a continuación pulsar para abrir el fichero.

O bien,

- Abrir y examinar el archivo de texto ASCII *cfc11_guia.dat* utilizando a un editor o procesador de textos.

La apertura del archivo es opcional; el único interés que tiene es poder revisar los datos. Verá los datos que se muestran en el formato siguiente, con el nombre variable seguido por una columna para el tiempo y una columna para valores:

emisiones de CFC 11

1938 0,1 1939 0,1 (más...) 1990 216,1 1991 188,3 1992 171,1

- Cerrar el archivo *cfc11_guia.dat*.

Importar datos en formato de texto

Necesitamos importar la serie de datos convirtiendo el archivo cfc11.dat de texto a un archivo de datos binario de Vensim (cfc11.vdf).

- Escoger del menú el Model> from .dat format. Escoja el archivo cfc11.dat y pulse en Abir.

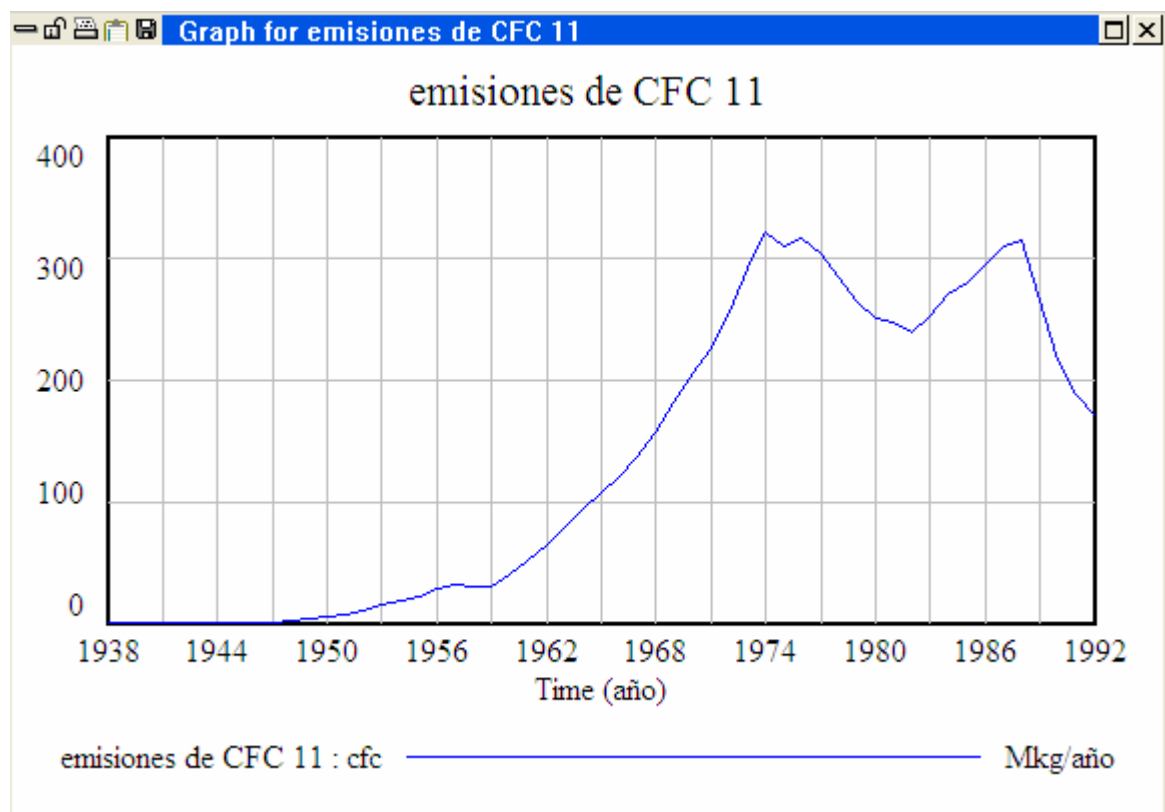
Debe conseguir recibir el mensaje "Dat2vdf complet without error" y una ventana de salida le mostrará que varios valores fueron escritos para la variable *emisiones de CFC 11* y para el Tiempo. El dataset cfc11.vdf es cargado como el primer dataset. Los instrumentos del análisis ahora trabajarán en este dataset.

- Pulsar Ok en la caja del mensaje y cerrar la ventana de salida.

- Abrir el Panel de Control y pulsar en Datasets, pulsar dos veces sobre el nombre de la simulación anterior para suprimirla dejando solo activa a dataset cfc11.

- Pulsa El doble clic en *emisiones de CFC 11* para seleccionarlo como la variable de trabajo y entonces pulse en el instrumento de Gráfico.

Se muestra un gráfico de *emisiones de CFC 11* sobre la base de tiempo del dataset.



- Cerrar el gráfico pulsando en Close o bien en Del.

Observe que esta simulación llega sólo hasta 1992. Las emisiones proyectadas no fueron incluidas en el fichero de entrada.

Simulación

Las variables de datos en un modelo necesitan fuentes de datos. Estas fuentes de datos son los archivos de dataset que importamos y necesitan ser especificados antes de empezar la simulación. Un lugar para poner la fuente de datos está en el **Simulation Control** (Diálogo del control de simulación); otro lugar posible es en la **Barra de Herramientas** después de pulsar en el botón de **Set Up a Simulation** (**Ejecutar una simulación**).

Barra de herramientas

- Pulsar el botón de **Set Up a Simulation** .
- Indique un nombre para la simulación (por ejemplo, *baserun*).
- Escriba el nombre de la dataset creada, *cfc11*, en una caja en la parte izquierda (la caja de edición justo al lado del texto que indica el método de la integración Euler) (o pulsar con el botón derecho del ratón para escoger el dataset).

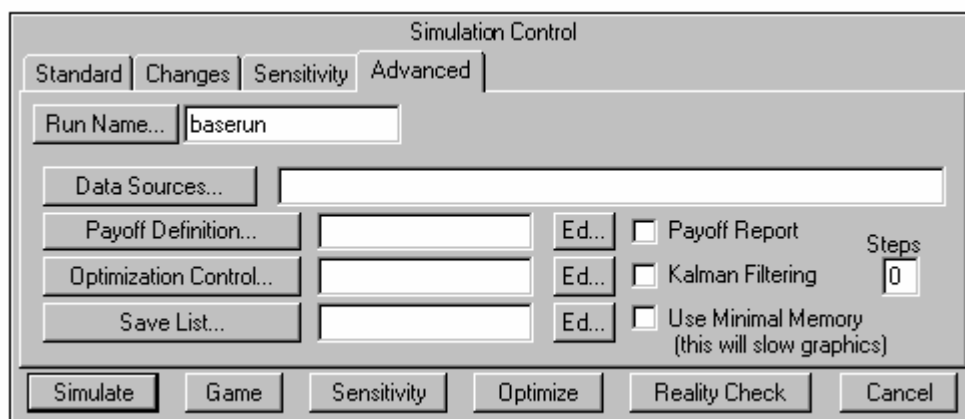


- Pulsar el botón de simular.

Otra forma de especificar un dataset para el uso en datos de simulación es de utilizar el Control de Simulación (abajo).

El Control de la simulación — Opcional (no PLE ni PLE Plus)

- Pulsar en el botón del **Simulation Control** y después en la etiqueta **Advanced**.



La etiqueta *Advanced* contiene los escenarios para archivos de datos y optimización de modelos.

- Escriba un nombre para la simulación (por ejemplo, *baserun*).

- Pulse en el botón **Data Sources** ... y después pulse en el dataset *cfc11.vdf* Abra (o escriba el nombre *cfc11.vdf* en la parte derecha de caja de redacción de **Data Sources**

- Pulse en el botón de **Simulate**.

Recibirá 3 avisos:

WARNING: Simulation starts before first time for exogenous variable - atmospheric CFC 11 releases.

WARNING: Exogenous variable - atmospheric CFC 11 releases - in range at time 1938.

WARNING: Simulating beyond range for exogenous variable - atmospheric CFC 11 releases - at time 1994.

Cuándo la simulación está fuera del rango de los datos, el software utiliza el valor más cercano de los datos. Esto significa que se utilizará el primer valor antes 1938 para las **emisiones de CFC 11** y para 1994 y más allá se utilizará del último valor.

Resultados

- Pulse en el botón del Panel de Control, escoja la etiqueta de Datasets y pulse dos veces en el dataset *cfc11*.

Debido a que el modelo utilizó el dataset *cfc11* durante una simulación para proporcionar los datos para una variable, el *baserun* de dataset almacena también los datos para esta variable.

Si ha creado su propio modelo debe agregar la definición siguiente en el Custom Graph:

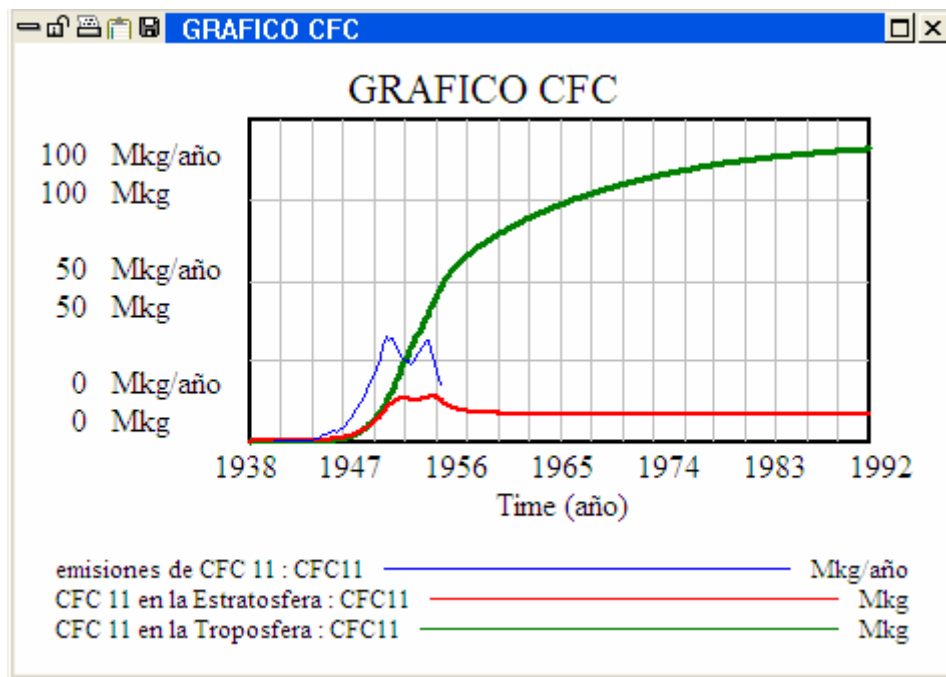
The screenshot shows the 'Custom Graph' dialog box in Vensim. The 'Name' field contains 'GRAFICO DE CFC'. The 'Quick' dropdown is set to 'Quick'. The 'Hide' section has checkboxes for 'Title', 'X Label', and 'Legend'. The 'Title' field is empty. The 'X-Axis' section has a 'Sel' button and an 'X Label' field. The 'X-min', 'X-max', 'X-divisions', 'LblInterval', and 'Y-div' fields are also present. The 'Stamp' and 'Comment' fields are empty. The 'Type' section has radio buttons for 'Norm', 'Cum', and 'Stack', with 'Norm' selected. The 'Scale' section has a table with columns: 'Variable', 'Dataset', 'Label', 'LineW', 'Units', 'Y-min', and 'Y-max'. The table has three rows: 'emisiones de CFC', 'CFC 11 en la Estr.', and 'CFC 11 en la Trop.'. The 'CFC 11 en la Estr.' row is selected with a checkmark. The 'OK' button is highlighted.

Variable	Dataset	Label	LineW	Units	Y-min	Y-max
emisiones de CFC	Sel					
CFC 11 en la Estr.	Sel					
CFC 11 en la Trop.	Sel					

- Pulse en la etiqueta de Graph y entonces pulse en el botón desplegable para mostrar el Custom Graph.

O bien:

- Consulte el comportamiento del modelo con el botón de **Graph** y **Causes Strip Graph (Análisis causal)**.



La serie de datos de entrada *de emisiones de CFC 11* finaliza en el 1992 y esto significa que la última figura en la serie (171,1) se utiliza en períodos de tiempo posteriores a 1992. A causa de esto, el valor de *CFC 11 en la Troposfera* se estabiliza después del año 2000, mientras *que CFC 11 en la Estratosfera* mantiene su tendencia creciente.

El consumo y emisión de CFC 11 es probable de continúe disminuyendo en los años siguientes, aunque no es probable que las emisiones de CFC 11 continúen a una tasa fija tan alta como 171,1 Mkg/Año. Vamos a dejar abierta la serie de datos que contiene un pronóstico optimista para emisiones de CFC 11.

Importación de hojas de datos (no PLE)

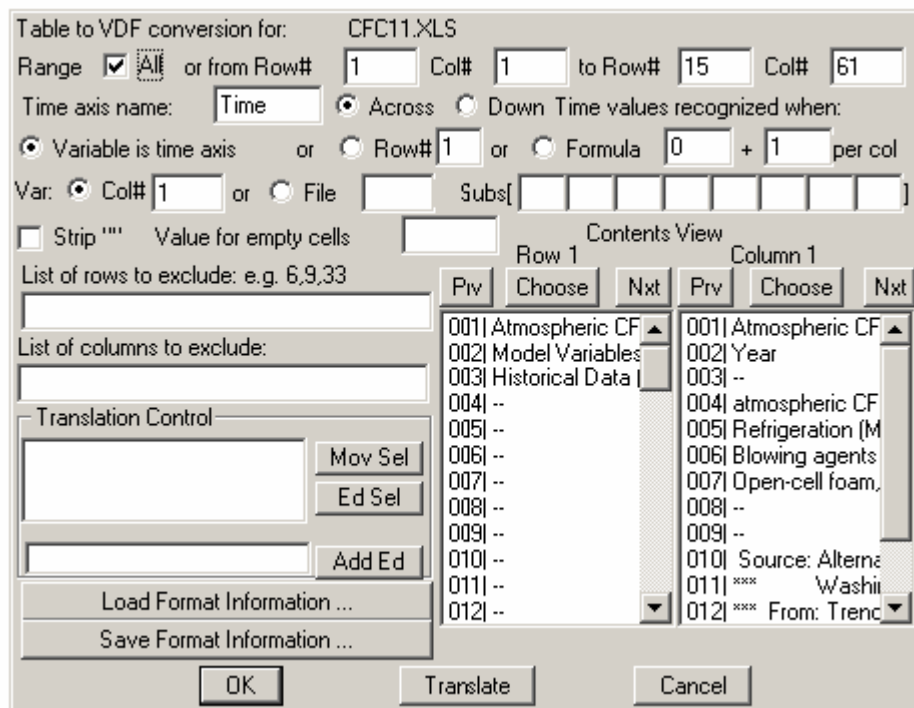
Si tiene una hoja de cálculo (por ejemplo, Lotus 1-2-3 o Microsoft Excel), abra uno de los archivos cfc11.wk1, o cfc11.xls y examine los datos.

Una parte del archivo de la hoja de cálculo se muestra a continuación

Model Variables	Historical Data (see Source, below)				
	1938	1939	1940	1941	1942
atmospheric CFC 11 releases	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0

Escoja el **Model>Import Dataset.....** y escoja el archivo cfc11.xls o cfc11.wk1 y pulse en Abrir.

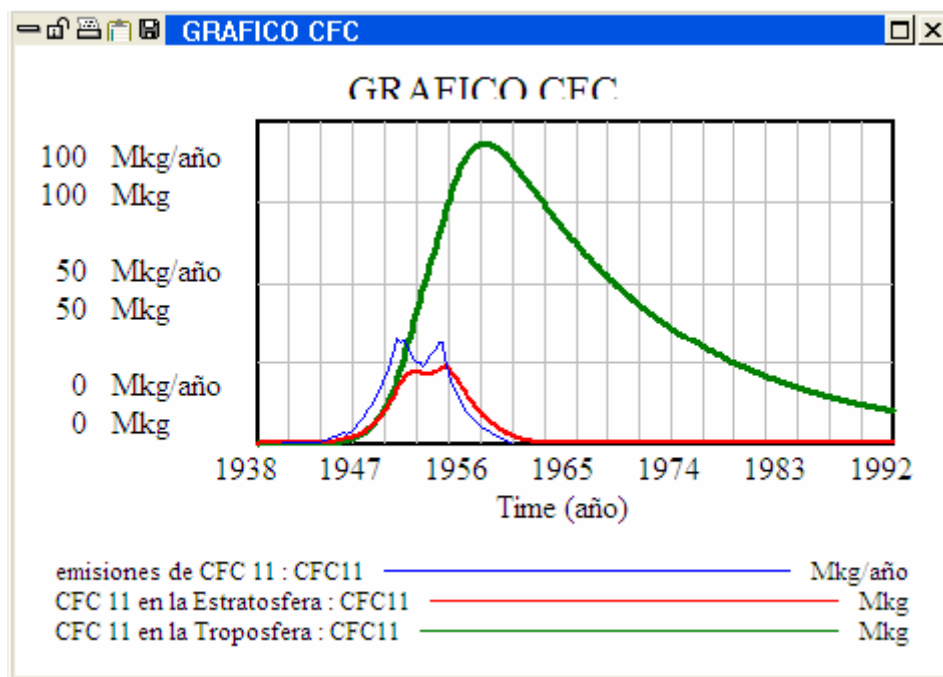
Se abre un menú de diálogo de la conversión a VDF.



Necesitamos poner las opciones de la importación para Vensim para leer apropiadamente los datos de tiempo, los datos variables, y los nombres de la variable. Primero necesitamos poner la gama de las casillas de la hoja de cálculo que contienen todos los datos, pero nada más.

Simulación

- Pulse el botón **Set Up a Simulation**. Escriba un nombre para la simulación (por ejemplo, *basetwo*).
- Observe que el dataset *cfc11* se muestra aún en la caja de edición.
- Pulse en el botón de Simular.
- Pulse en el **Control Panel** y después en la etiqueta de Datasets y pulse dos veces en el dataset *cfc11* y el *baselrun* de dataset para descargarlos. Pulse en la etiqueta de Graphs y pulse para desplegar el botón **(Display)**.



Ahora vemos que si se detienen las emisiones de CFC 11 se reduce mucho la cantidad de CFC 11 en la Estratosfera. Sin embargo, hay una demora considerable. El valor del pico para CFC 11 en la Estratosfera ocurre en el año 2002, aunque las emisiones de CFC comenzaran a disminuir en el año 1988. Además, el valor para CFC 11 en la Estratosfera excede su valor en 1988 hasta casi el año 2060. Este modelo es bastante sencillo y no muestra un retrato completo del agotamiento de la emisión de CFC y ozono. Pero demuestra bastante claramente cuánto tiempo puede ser necesario para ver completamente las consecuencias de actividades actuales.